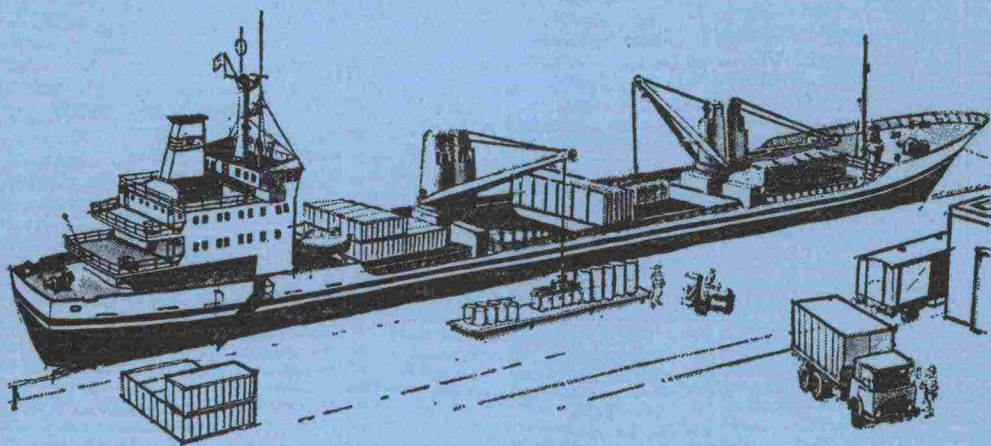


594

# POHJOIS-SUOMEN SATAMATOIMIKUNNAN MIETINTÖ





08

TIE

POHJOIS



pääasiainosasto kesäkuun 22 p:nä 1972

Liikenneministeriö

No K-1122 VK 1/5 1969

Pöytäkirja: Ministeriön kirje n:o 3385,  
20.5.1969

Aihe: Pohjois-Suomen satamien sijoittamisesta ja kehittämistä koskeva selvitys

Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö antoi touku-  
kuussa 1969 tie- ja vesirakennushallitukselle tehtäväksi  
laatia tutkimuksen ja siihen liittyvän periaatteellisen ke-  
hitysohjelman Pohjois-Suomen satamien sijoittamiseksi ja ke-  
hittämiseksi. Tehtävää suorittamaan tie- ja vesirakennushal-  
litus asetti keskuudestaan toimikunnan, joka otti nimekseen  
Pohjois-Suomen satamatoimikunta. Toimikunta kutsui alusta  
alkaen mukaan toimikunnan työhön merenkulkuhallituksen ja  
rautatiehallituksen edustajat.

Tutkimustyön yhteydessä kävi selvästi ilmi, että yhteiskun-  
tataloudellisiin kuljetuskustannusvertailuihin tarvittavia  
lähtötietoja ei ole riittävästi saatavissa. Tästä syystä  
Pohjois-Suomen satamatoimikunta ei katso olevan syytä tehdä  
pitkälle meneviä johtopäätöksiä ja suosituksia.

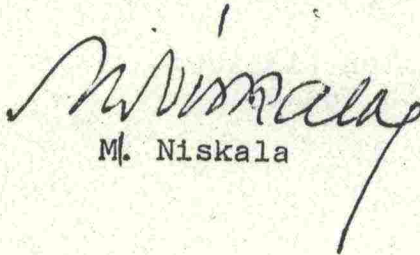
Oheiseen Pohjois-Suomen satamatutkimukseen ja keväällä 1969  
valmistuneeseen Etelä-Suomen satamatutkimukseen viitaten tie-  
ja vesirakennushallitus toteaa, että tarvitaan jo tehtyjen  
tutkimusten jälkeen vielä koordinoiva, koko maan käsittävä  
tutkimus, jolle tehty tutkimukset muodostavat lähtökohdan.  
Tie- ja vesirakennushallituksen mielestä tällainen tutkimus  
olisi syytä aloittaa välittömästi.

Tutkimuksen nyt valmistuttua tie- ja vesirakennushallitus jät-

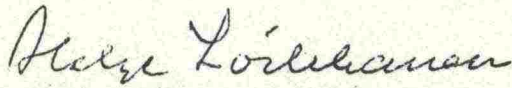


tää kunnioittaen Pohjois-Suomen satamatoimikunnan  
valmisteleman mietinnön, käsiteltyään sen istunnos-  
saan ja siihen yhtyen, liikenneministeriölle.

Pääjohtaja

  
M. Niskala

Vesitieosaston päällikkö  
Rakennusneuvos

  
Helge Loikkanen

Liitteenä: Mietintö

## Tie- ja vesirakennushallitukselle

Tie- ja vesirakennushallitus jätti 19.3.1969 kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriölle Etelä-Suomen satamatoimikunnan valmisteleman mietinnön. Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö katsoi, että vastaavanlainen selvitys olisi tehtävä myös Pohjois-Suomen satamien osalta ja antoi toukokuussa 1969 tie- ja vesirakennushallitukselle tehtäväksi tällaisen tutkimuksen suorittamisen ja ko. satamia koskevan periaatteellisen kehitysohjelman laatimisen. Ministeriö kehotti tie- ja vesirakennushallitusta tutkimusta suorittaessaan olemaan yhteydessä merenkulkuhallitukseen, rautatiehallitukseen, valtakunnansuunnittelutoimistoon, Pohjois-Suomen ao. kuntiin ja seutukaavaliittoihin sekä tarpeellisessa määrin maan talouselämään ja liikennöitsijöihin.

Tutkimusta suorittamaan tie- ja vesirakennushallitus asetti keskuudestaan Pohjois-Suomen satamatoimikunnan, johon kuuluivat puheenjohtajana ylijohtaja Simo Jaatinen sekä jäsenenä rakennusneuvos Helge Loikkanen ja rakennusneuvos Väinö Skogström. Toimikunta valitsi sihteeristön, johon kuuluivat pääsihteerinä tekn.lis. Heikki Pertovaara, teknillisenä sihteerinä dipl.ins. Pertti Makkonen ja kuljetustaloudellisena sihteerinä valtiot.kand. Risto Hytti. Pysyväksi asiantuntijaksi toimikunta valitsi yli-ins. Mauno Heikkilän.

Ylijohtaja Jaatisen siirryttyä 1.7.1970 vesihallituksen pääjohtajaksi tie- ja vesirakennushallitus määräsi toimikunnan puheenjohtajaksi rakennusneuvos Loikkasen ja hänen tilalleen toimikunnan jäseneksi yli-ins. Heikkilän. Rakennusneuvos Skogströmin saatua eron virastaan 1.8.1971 tie- ja vesirakennushallitus määräsi hänen tilalleen toimikunnan jäseneksi rakennusneuvos Eino Riihimäen. Rakennusneuvos Riihimäki sai eron virastaan 1.2.1972, jolloin tie- ja vesirakennushallitus määräsi hänen tilalleen toimikuntaan rakennusneuvos Eero Hietasen.

Toimikunta kutsui alusta alkaen mukaan toimikunnan työhön merenkulkuhallituksen ja rautatiehallituksen edustajat. Merenkulkuhallituksen edustajana oli liikennepäällikkö A.O. Aalto ja rautatiehallituksen edustajana ylijohtaja Rauno Mäkinen ja hänen tilallaan 14.3.1972 lukien työn loppuun johtaja Juhani Ristimäki. Lisäksi toimikunnan moniin kokouksiin osallistuivat avustajina dipl.ins. E. Böök ja fil.kand. R. Paqvalin rautatiehallituksesta.



Toimikunta aloitti työnsä lokakuussa 1969 ja piti yhteensä 56 kokousta.

Tutkimuksen suorittamiseen osallistuivat sihteeristön ohella kiinteästi valtiot.kand. P. Autio ja dipl.ins. K. Suopohja. Osaselvityksiä tekivät lisäksi dipl.ins. R. Lehvonen, valtiot.kand. T. Peltola ja valtiot.kand. Kirsti Pätilä.

Jotta eri viranomaisten ja intressipiirien näkökantoja olisi voitu ottaa huomioon tutkimuksen aikana, kutsui toimikunta työtä seuraamaan neuvottelukunnan, johon kuuluivat seuraavassa luettelossa mainitut 30 yhteisöä. Luettelossa on kunkin yhteisön kohdalla mainittu yhteisön neuvottelukuntaan nimeämä edustaja ja neuvottelukunnan kokouksiin osallistuneet muut edustajat.

Kauppa- ja teollisuusministeriö	: osastopäällikkö H. Guvenius
Tilastokeskus	: toim.pääll. A. Soivio
Valtakunnansuunnittelu-toimisto	: kanslianeuvos V. Paavilainen
Lapin lääninhallitus	: nimismies E. Koponen suunnittelupääll. H. Annanpalo
Oulun lääninhallitus	: kansliapäällikkö E. Eho suunnittelupääll. P. Littow
Vaasan lääninhallitus	: suunnittelupääll. R. Tienari suunnittelusiht. O. Rintala
Kaskisten kaupunki	: toim.joht. M. Pihlaja valtiot.kand. P-Å. Ekholm
Kemin kaupunki	: apul.kaup.joht. E. Hämäläinen
Kokkolan kaupunki	: asemapääll. J. Kilpeläinen
Oulun kaupunki	: apul.kaup.joht. P. Huttunen apul.kaup.joht. Y. Niskanen
Pietarsaaren kaupunki	: apul.kaup.joht. T. Jungell
Raahen kaupunki	: kaup.joht. Y. Reinilä konsuli L. Lindberg satamalautak.pj. J. Vähäkangas
Vaasan kaupunki	: apul.kaup.joht. E. Eriksson satamakapt. L. Sundqvist
Kokkolanseudun Aluesuunnitteluyhdistys	: dipl.ins. I. Pohjanpalo
Lapin seutusuunnittelun kuntainliitto	: apul.kaup.joht. E. Hämäläinen

satamien inventointikysely. Myös muulla tavoin toimikunta sai arvokasta apua eri yhteisöiltä.

Toimikunta ehdotti tammikuussa 1970 Tilastolliselle päätoimistolle lähettämässään kirjeessä, että päätoimisto kutsuisi kokoon työryhmän koordinoimaan tilastoinnissa käytettäviä tavararyhmitysperusteita. Päätoimisto ilmoitti vastauskirjeessään maaliskuussa 1970 suhtautuvansa ehdotukseen periaatteessa myönteisesti, mutta sen mielestä työryhmän tehtävien tulisi olla paljon laajemmat.

Toimikunta antoi heinäkuussa 1970 valtion tietokonekeskukselle tehtäväksi sellaisen suunnittelumallin laatimisen, jota hyväksi käyttäen Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetukset voidaan optimoida. Tietokonekeskus suoritti fil.maist. Raili Knuuttilan johdolla saamansa tehtävän, ja sen loppuraportti on tutkimuksen liitteenä.

Tammikuussa 1972 toimikunta asetti erityisen kustannus-tarkistusryhmän tarkistamaan tutkimuksessa käytettävät kustannustiedot ja niiden perusteet. Ryhmän puheenjohtajana toimi dipl.ins. J. Sauna-aho liikenneministeriöstä. Ryhmän huhtikuussa 1972 valmistunut raportti on tutkimuksen liitteenä.

Tutkimustyön yhteydessä kävi selvästi ilmi saatavissa olevien lähtötietojen riittämättömyys. Tästä syystä toimikunta ei katso olevan syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä ja suosituksia.

Toimikunnan mielestä tarvitaan jo tehtyjen Etelä- ja Pohjois-Suomen satamatutkimusten jälkeen vielä koordinoiva, koko maan käsittävä tutkimus, joka koskee kaikkien merisatamiemme kautta tapahtuvaa liikennettä ja jolle tehty tutkimukset muodostavat lähtökohdan. Toimikunnan mielestä tällainen tutkimus olisi syytä aloittaa välittömästi.

Suoritettuaan tehtävänsä Pohjois-Suomen satamatoimikunta jättää kunnioittaen tehdyn tutkimuksen tie- ja vesirakennushallitukselle.

Helsingissä 19.6.1972

*Helge Loikkanen*  
Helge Loikkanen

*M. Heikkilä*  
M. Heikkilä

*E. A. Hietanen*  
E.A. Hietanen

*A.O. Aalto*  
A.O. Aalto

Sihteeristö

*J. Ristimäki*  
J. Ristimäki

*Pertti Makkonen Heikki Pertovaara*  
Pertti Makkonen Heikki Pertovaara

*Risto Hytti*  
Risto Hytti



Pohjois-Pohjanmaan seutu- kaavaliitto	: seutukaavajoht. T. Laru
Vaasan läänin seutukaa- valiitto	: dipl.ins. H. Holmlund dipl.ins. E. Kansanaho dipl.ins. Aira Korhonen
Keskuskauppakamari	: osastopääll. P. Vepsä
Kuljetusalan Ammattiliit- tojen Federationi	: puh.joht. O. Keitele pääsihteeri B. Uula
Neste Oy	: dipl.ins. R. Roos
Suomen Huolintaliikkei- den Liitto	: kauppaneuvos S. Eerikäine toim.joht. E. Lappalainen
Suomen Kuorma-autoliitto	: toim.joht. T. Ruotsalainen joht. T. Honkanen
Suomen Laivanvarustajain Yhdistys	: oik.tiet.kand. P. Forsskä dipl.ins. P. Grunér
Suomen Lastauttajain Liitto	: varatuomari J-E. Ehrström
Suomen Puunjalostusteol- lisuuden Keskusliitto	: toim.joht. R. Lindblad
Suomen Selluloosayhdistys Finncell	: laivausjoht. A. Vuorimaa
Suomen Teollisuusliitto	: dipl.ins. P. Marttinen
Suomen Satamaliitto	: johtaja T. Teräs
Suomen Ulkomaankauppa- liitto	: kauppat.maist. T. Vilppu yli-ins. T. Härkönen
Teollisuuden kuljetusva- liokunta	: dipl.ins. J. Hemmi

Neuvottelukunta kokoontui kahdeksan kertaa. Neljässä ensimmäisessä kokouksessa käsiteltiin toimikunnan valmistelemia osaselvityksiä ja viidennessä kokouksessa 11.1.1972 mietintöluonnoksen lukuja 1-6. Tämän jälkeisissä kokouksissa etupäässä tarkistettiin lukuja 5 ja 6 ja käsiteltiin luku 7.

Toimikunta hankki tietoaaineistoa paitsi neuvottelukunnan välityksellä myös suorittamalla lukuisia kyselyjä joista mainittakoon Pohjois-Suomen teollisuudelle ja tuontikaupalle kohdistettu ns. yrityshaastattelu ja

POHJOIS-SUOMEN SATAMATUTKIMUS

Pohjois-Suomen satamatoimikunta

Helsinki, kesäkuu 1972



# Pohjois-Suomen satamatutkimus

## Sisältö

Sivu

1	JOHDANTO	
1.1	Tutkimuksen tavoitteet	1
1.2	Tutkimusmenetelmä	3
1.2.1	Suunnittelu- ja ennustejakson pituus	3
1.2.2	Tutkimusaineiston hankinta	4
1.2.3	Mallit suunnittelun apuvälineenä	5
1.2.4	Kustannusten määrittämisperiaatteet	6
1.3	Luonnonolot	9
1.3.1	Meren jäätyminen ja alusliikenne	9
1.3.2	Jäätyminen Itämerellä	9
1.3.3	Jääolot Pohjanlahdella	11
1.3.4	Sääolot ja meren jäätyminen	14
1.4	Pohjois-Suomi ja sen elinkeinoelämä	16
1.4.1	Tarkasteltava alue	16
1.4.2	Pohjois-Suomen osuus koko maan teollisuudesta	18
1.4.3	Teollisuuden sijainti ja tuotanto	19
2	LIIKENNEVERKOT	
2.1	Meriväylät	25
2.2	Satamat	28
2.2.1	Satamien nykytila	28
2.2.2	Kuivalastisatamien kapasiteetti	43
2.3	Maakuljetusyhteydet	55
2.3.1	Koko maan rautatie- ja tieverkot	55
2.3.2	Pohjois-Suomen satamien rautatie- ja tieyhteydet	57
3	LIIKENNE	
3.1	Alusliikenne	59
3.1.1	Aluskäynnit satamissa	59
3.1.2	Alusten koko ja lasti	62
3.1.3	Alusten viipymisaika satamassa	69
3.2	Satamaliikenne	73
3.2.1	Kokonaisliikenne	73
3.2.2	Ulkomaanliikenne	75
3.2.3	Kotimaanliikenne	81
3.2.4	Autolauttaliikenne	82
3.2.5	Liikenteen kausivaihtelu	83
3.3	Tavaravirrat	90
3.3.1	Vienti	90
3.3.2	Tuonti	98
4	TULEVAISUUDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET	
4.1	Liikennepalvelusten kysyntäennusteet	101
4.1.1	Tuotanto	101
4.1.2	Vienti	101
4.1.3	Tuonti	105
4.1.4	Kotimaan liikenne	106
4.1.5	Satamien passiivinen kokonaistavaraliikenne-ennuste	107
4.1.6	Autolauttaliikenne	108
4.2	Satamatoimintoihin vaikuttava kehitys	111
4.2.1	Ulkomaankaupan kehitystekijät	111
4.2.2	Laivuserien koon kehitys	113

4.2.3	Kuljetustekniikka	117
4.2.4	Alukset	120
4.2.5	Jäänmurtajatoiminta	124
5	KUSTANNUKSET	
5.1	Kuljetuskustannusten rakenne ja merkitys	129
5.2	Meriliikenne	131
5.2.1	Aluskustannukset	131
5.2.2	Alusten jäävauriokustannukset	134
5.2.3	Luotsauskustannukset	136
5.2.4	Jäänmurtajakustannukset	137
5.3	Maaliikenne	140
5.3.1	Rautatieliikenteen kustannukset	140
5.3.2	Autoliikenteen kustannukset	142
5.4	Terminaalit	143
5.4.1	Sataman pitäjän kustannukset	143
5.4.2	Tavaran käsittelykustannukset	145
5.4.3	Rautatievaunujen vaihtotyökustannukset satamassa	148
5.5	Yksikkökustannusten ja niiden laskentaperus- teiden tarkastelu	148
6	KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET	
6.1	Vaihtoehtolaskelmien tulokset	157
6.1.1	Liikenteen sijoitteluvaihtoehdot	157
6.1.2	Tavaravirrat eri vaihtoehdoissa	159
6.1.3	Kuljetus- ja käsittelyvaiheiden kustannukset	161
6.2	Suunnittelumallin tulokset	173
6.2.1	Mallin rakenne ja tavaravirrat	173
6.2.2	Liikenteen sijoittuminen	175
6.2.3	Suoritteet	183
6.2.4	Kokonaiskustannukset	185
6.3	Aluepoliittiset näkökohdat	187
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	
7.1	Tutkimuksen tausta	191
7.2	Tutkimustapa	192
7.3	Tulokset	192
7.4	Johtopäätökset	195
	KIRJALLISUUTTA	198
	TERMINOLOGIA	201
	LIITTEET	
	1. Kustannustarkistusryhmän raportti	
	2. Pohjois-Suomen satamatutkimuksen suunnittelumallit	



## 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tavoitteet

Merikuljetuksia käyttävässä ulkomaankaupassa syntyy tuotannon ja kulutuksen välille tavaran käsittely- ja kuljetusvaiheista kuljetuspalveluketjuja, joihin sisältyy:

- Varastointi ja lähetys tehtaalta
- Kuljetus satamaan
- Satamakäsittely viejämäassa
- Merikuljetus
- Satamakäsittely tuojamaassa
- Kuljetus satamasta
- Vastaanotto ja varastointi ostajan käyttövarastossa

Eri ketjujen tavaravirrat yhtyvät satamissa, jotka ovat maa- ja merikuljetusten saumakohtia. Satamien toimintaan meillä osallistuu yksityinen ja julkinen sektori. Molemmissa on useita osapuolia:

## Yksityinen sektori

- Sataman omistaja (teollisuussatamat)
- Sataman tai sen osan vuokraaja (satamatermiinain pitäjä)
- Laivanvarustaja
- Laivanselvittäjä
- Huolitsija
- Ahtaja
- Kuorma-autoilija

## Julkinen sektori

- Sataman omistaja (yleiset satamat)
- Tie- ja katuverkon sekä meriväylien rakentaja ja kunnossapitäjä
- Merenkulkuhallitus (jäänmurtajatoiminta)
- Valtionrautatiet
- Tullilaitos
- Luotsilaitos

Satamapalveluksia puolestaan käyttävät sekä yksityinen sektori (yksityiset henkilöt ja yritykset) että julkisen vallan omistamat yritykset.

Osapuolten satamaan kohdistamat toivomukset ovat useissa tapauksissa ristiriitaisia keskenään. Tämä johtuu mm. siitä, että osapuolet tarkastelevat satamaa eri tasoilta, kuten yritystasolta, alueelliselta tasolta tai koko yhteiskunnan tasolta. Tästä syystä satamatoimintaa kehitettäessä joudutaan sovittelemaan vastakaisten vaatimusten välillä.



Järkevät kehittämistoimet edellyttävät tiedostettua päämäärää, jota kohti kehitystä pyritään ohjaamaan. Yleisenä päämääränä liikennepolitiikassa voitaneen pitää yhteiskunta- ja talouspoliittisten tavoitteiden saavuttamista edistävien liikennepalvelusten tuottamista. Tästä syystä liikennettä on kehitettävä ensiksikin siten, että se vähintään tyydyttävästi pystyy täyttämään erilaisten toimintojen sille asettamat palveluvaatimukset. Toisena tavoitteena on näiden palvelusten tuottaminen tavalla, joka sitoo mahdollisimman vähän yhteiskunnan voimavaroja. Kolmantena tavoitteena ovat yleisen yhteiskuntapolitiikan vaatimukset, kuten alue- ja sosiaalipolitiikan sekä ympäristönsuojelun ja maanpuolustuksen tavoitteet.

Sovellettaessa liikennepolitiikan yleisiä tavoitteita merikuljetuksia käyttävään ulkomaankauppaan, on lähtökohdana mahdollisuus kautta vuoden jatkuvaan, säännölliseen meriliikenteeseen Suomen ja ulkomaiden välillä, sillä ulkomaankaupamme on yli 80-prosenttisesti merikuljetuksista riippuvainen<sup>1)</sup>. Mainitusta perustavoitteesta lähtien voidaan ulkomaankaupan kuljetusketjujen muodostaman kuljetuspalveluverkon kehittämisen tavoitteena pitää yhteiskuntataloudellisten kokonaiskustannusten minimointia. Sitä varten on tavoite saatettava operationaaliseksi jakamalla se mittaus- ja vertauskelpoisiksi osatavoitteiksi.

Osatavoitteiksi voidaan ottaa kuljetuspalveluketjun eri osien (luettelo kappaleen alussa) kustannusten optimointi siten, että kokonaiskustannusten summa on mahdollisimman pieni. Optimoinnin tulosten tulisi osoittaa kuljetustaloudellisesti edullisimmat kuljetusreitit ja satamat. Rahassa mitattavat kuljetuskustannukset eivät kuitenkaan sisällä kaikkia yhteiskuntataloudellisia kustannustekijöitä, joihin lisäksi kuuluvat mm. aluepoliittiset vaikutukset. Niistä osa voidaan hinnoitella, mutta osa on rahassa arvoitamattomia. Tästä syystä aluepoliittiset näkökohdat on syytä käsitellä erikseen.

Pohjois-Suomen satamatutkimus on jatkoa ja täydennystä v.1969 valmistuneelle Etelä-Suomen satamatutkimukselle, jossa tarkasteltiin satamia alueella Pori-Hamina. Tästä syystä satamia koskeva selvittely rajoittuu Porin pohjoispuolisella rannikolla sijaitseviin satamiin. Tätä rajoitusta ei kuitenkaan aseteta tavaravirtojen vaihtoehtoista sijoittelua eri reiteille koskevissa tarkasteluissa, joihin sisällytetään myös Etelä-Suomen satamia. Tarkasteluun otetaan ulkomaan liikenteen lisäksi nestemäisten polttoaineiden kuljetus rannikon alusliikenteessä, koska sillä on vaikutusta jäänmurtajatoimintaan.

1) V. 1970 oli:

Koko tuonti	25,812 milj.t.	Merituonti	20,193 milj.t.	(78,2 %)
Koko vienti	12,980 "	Merivienti	12,385 "	(95,4 %)
Ulkom.liik.	38,792 milj.t.	Meriliik.	32,578 milj.t.	(84,0 %)



## 1.2 Tutkimusmenetelmä

### 1.2.1 Suunnittelu- ja ennustejaksojen pituus

Suunnittelujakson pituus yleensä määräytyy suunnittelujen toimien vaikutusaikojen (rakenteiden, laitteiden ja kaluston taloudellisten pitoaikojen) ja tulevaisuutta koskevien ennusteiden perusteella.

Kulkulaitosinvestoinnit ovat pitkävaikutteisia, sillä esim. väylä- ja satamarakenteiden pitoajaksi voidaan arvioida 30-50 vuotta, rautateiden päällysrakenteen ja muiden rakenteiden pitoajaksi n. 30 vuotta sekä tien päällysrakenteen, siltojen ja alusrakenteiden pitoajaksi voidaan arvioida 20-50 vuotta. Kalustoinvestointien taloudelliset pitoajat ovat yleensä edellisiä lyhyempiä, 5-25 vuotta. Pitoaikojen erilaisuus voidaan ottaa huomioon käyttämällä laskelmissa jokaiselle investoinnille sen taloudellista pitoaikaa.

Suunnittelu edellyttää suunnittelukohteeseen vaikuttavien tekijöiden ennakointia. Tulevaisuuden ennusteisiin vaikuttaa teknillinen, taloudellinen ja yhteiskunnallinen kehitys, jotka ovat aiheuttaneet ja todennäköisesti tulevat lisääntyvässä määrin aiheuttamaan rakennemuutoksia mm. liikennepalvelusten kysyntään ja tarjontaan.

Teknillinen kehitys saattaa esim. lyhentää kuljetusvälineiden taloudellista pitoaikaa. Taloudelliseen kehitykseen vaikuttavat mm. myyjien ja ostajien tuotantoa ja kulutusta koskevat päätökset, julkisen vallan talouspoliittiset toimet ja institutionaaliset seikat (kansainvälisen työnjaon lisääntyminen ym.). Näiden tekijöiden vaikutuksesta tavaroiden jalostusaste kasvaa, pakkaus- ja siten käsittelytapa muuttuu, ja tavaratoimitusten säännöllisyyttä, varmuutta ja nopeutta koskevat vaatimukset lisääntyvät.

Yhteiskunnallinen kehitys, johon kuuluu mm. teollisuuden paikallistuminen ja väestön maassamuutto, tai kuten erityisesti Suomen pohjoisosassa maastamuutto, saattaa puolestaan pitkällä ajanjaksolla muuttaa tavaravirtojen lähtö- ja määräalueita jne. Toisaalta kaikkiin muutoksiin on olemassa erilaisia syitä, joista ainakin osaan voi julkinen valta vaikuttaa. Esim. teollisuuden sijoittumiseen ja sitä tietä useisiin aluepoliittisiin kehitysedellytyksiin voidaan vaikuttaa mm. liikennepoliittisin toimin, kuten tariffipolitiikan ja liikenneyhteyspalvelupolitiikan (ml. jäänmurtajien käyttöpolitiikka) avulla.

Luotettavien ennusteiden laatimiseen liittyvät vaikeudet ovat moninaisia, ja vaikeutta lisää vielä se, että kuljetuspalvelusten käyttäjien ja tuottajien suunnittelujakso ulottuu yleensä vain muutaman vuoden eteenpäin. Tästä johtuen, ja koska ennusteiden tarkkuus huononee tarkastelujakson pidentyessä, on koko suunnittelujakso syytä jakaa lyhyen ja pitkän tähtäyksen jaksoon.



Suunnittelun perusvuotena on vuoden 1969 liikenne ja varsinaisena ohjevuotena on vuosi 1980, jolloin suunnittelujakson pituus on n. 10 vuotta. Vuosi 1980 oli myös Etelä-Suomen satamatutkimuksessa yhtenä ohjevuotena. Lisäksi ulkomaanliikenteen kustannusten muodostumisessa keskeisellä sijalla olevat alukset, jotka nyt ovat tilauksessa ja jotka otetaan 1970-puoliväliin mennessä liikenteeseen, ovat liikenteessä v. 1980 (ja todennäköisesti 1980-luvun loppupuolelle saakka), joskin uusiakin ratkaisuja saattaa olla käytössä. Liikennemääräennusteet ulotetaan kuitenkin vuoteen 2000 saakka (ennustejakson pituus on 30 vuotta), mikä oli etäisempänä tarkastelukohteena Etelä-Suomen satamatutkimuksessakin.

### 1.2.2 Tutkimusaineiston hankinta

Aineiston lähteinä ovat olleet aikaisemmat selvitykset, yleiset ja erityistilastot, kirjalliset joukkohaastattelut, erityishaastattelut ja -kyselyt, neuvottelukunnan jäsenten lausunnot, toimikunnan omat selvitykset ja toimikunnan asettaman kustannustarkistusryhmän selvitykset.

Yleisistä tilastoista saatavien tietojen lisäksi hankittiin mm. satamien liikenteen kuukausi- ja viikkovaihtelua koskevia erityistilastoja ja satamakaupungeille osoitetulla kirjallisella kyselyllä selvitetiin mm. satamien kapasiteettitekijöitä ja käyttömenoja. Niinikään osoitettiin Pohjois-Suomen alueen teollisuudelle ja koko maan tukkukaupalle kirjallinen kysely.

Yrityksiltä tiedusteltiin niiden tähänastisen ja tulevan tuotannon sekä viennin ja tuonnin kehitystä, viennin ja tuonnin ajallista jakautumista sekä kuljetusten suuntautumista liikennemuodoittain eri satamiin ja satamista eri vuodenaikoina, tavarankäsittelyn kustannuksia liikennemuodoittain tehtaalla ja satamassa sekä viennin määrämaita ja tuonnin lähtömaita. Yrityshaastattelu käsitti 193 vientialan yritystä (peittävyyks 92 % Pohjois-Suomen satamien viennistä), ja tuontialan yrityksiä koskeva kysely käsitti lähes koko ko. satamien tuonnin.

Neuvottelukunnan jäseniltä saatiin pidetyissä kokouksissa ja kirjallisesti lausuntoja väliraporttien tiedoista ja tuloksista. Toimikunta on suorittanut tie- ja vesirakennushallituksen vesitieosaston kuljetustaloudellisen tutkimusryhmän avustuksella runsaasti erityisselvityksiä ja analysoinut yhteistoiminnassa valtion tietokonekeskuksen kanssa meriliikenne- ym. tilastoja.

Varsin merkittävänä yrityksenä yhteiskuntataloudellisten laskelmien kehittämiseksi on pidettävä kustannustarkistusryhmän raporttia jokaista liikennemuotoa ja kustannusryhmää koskevina tarkasteluineen. Kyseinen ryhmä tarkisti liikenteen kustannuksia koskevan toimikunnan aineiston, täydensi sitä ja teki toimikunnalle ehdotuk-



sen laskelmissa käytettävistä yhteiskuntataloudellisista yksikkökustannuksista.

### 1.2.3 Mallit suunnittelun apuvälineenä

Eri tavoin sijoitetun liikenteen aiheuttamien kokonaiskustannusten vertailemiseksi voidaan valita useita liikenteen sijoittelu- ja talviliikenteen järjestelyvaihtoehtoja, joista halvin on kuljetustaloudellisesti edullisin. On kuitenkin mahdollista, että optimiratkaisu ei sisälly enemmän tai vähemmän mielivaltaisesti valittuihin ja määrältään pakostakin rajoitettuihin vaihtoehtoihin. Helpoimmin ja varmimmin voidaan tällaisia optimointitehtäviä ratkaista operaatiotutkimuksella, mikäli kehitetään sitä varten malli, ja sen käytössä tarvittava lähtötietomateriaali on saatavissa riittävän tarkasti ja oikeassa muodossa.

Kokemuksen saamiseksi suunnittelumallien käytöstä satamien sijoitussuunnittelussa toimikunta antoi valtion tietokonekeskukselle toimeksiannon sellaisen mallin laatimisesta, jota voidaan käyttää apuna suunniteltaessa Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetuspalveluverkon kokonaiskustannusten optimointia. Koska suunnittelumallin käyttö on nyt kysymyksessä olevan laajuuden ja laatuisten ongelmien ratkaisussa meillä uutta, on menetelty seuraavasti:

- Valitaan ennalta useita liikenteen sijoittelu- vaihtoehtoja ajateltavissa olevat ääri- vaihtoehdot mukaan lukien ja suoritetaan niitä koskevat tavanmukaiset vaihtoehtolaskelmat.
- Etsitään suunnittelumallin avulla optimivaihtoehto.
- Suoritetaan optimivaihtoehtoa koskeva tavanmukainen vaihtoehtolaskelma.
- Verrataan kaikkia vaihtoehtolaskelmia toisiinsa.

Menettelyllä voidaan mallin testauksen lisäksi katsoa olevan operaatiotutkimuksen sovellutuksen tässä vaiheessa se etu, että vaihtoehtolaskelmien tulokset, kun ne on eritelty kustannusryhmittäin, ovat havainnollisia ja erot eri kustannusryhmissä ja vaihtoehdoissa ovat konkreettisia.

Saamansa toimeksiannon mukaisesti on valtion tietokonekeskus (VTKK) rakentanut operaatiotutkimusta (lineaarista ohjelmointia) käyttäen suunnittelumallin, joka muodostuu kolmesta mallitasosta:

- Kausimalli
- Vuosimalli
- Kokonaismalli



Kausimalli kuvaa yhden tavararyhmän ja yhden kauden kuljetusjärjestelmää. Tavararyhmät ovat selluloosa, muu yksikkötavara kuin selluloosa ja joukkotavara. Vuosi on jaettu kolmeen kauteen, jotka ovat avovesi-kausi (8 kk), välikausi (1 kk) ja talvikausi (3 kk). Eroina kausimalleissa ovat jäänmurtaja- ja muut talvimerenkulun lisäkustannukset.

Ratkaistut kausimallit yhdistetään tavararyhmän vuosimalliksi, jossa eri resurssien käytön kustannukset lasketaan aiheuttamisen mukaan. Lopuksi eri tavararyhmien vuosimallit kootaan kokonaismalliksi. Sen avulla tulisi löytää liikenteen sijoittelusuunnitelma, jonka toteuttaminen minimoi kuljetusketjujen kokonaiskustannukset. Mallissa ei voida ottaa huomioon aluepoliittisia erillistavoitteita, vaan ne selvitetään ja otetaan huomioon erikseen.

Laskelmat suoritetaan poikkileikkaustarkasteluna vuosilta 1969 ja 1980. Vuoden 1969 tarkastelussa käytetään kuitenkin vuoden 1970 mukaisia kustannuksia, koska kaikista kustannuslajeista ei ollut tietoa vuodelta 1969.

#### 1.2.4 Kustannusten määrittämisperiaatteet

Kustannukset pyritään määrittämään siten, että ne vaihtoehdon kustannukset otetaan mukaan, jotka pitkällä (10-30 vuoden) aikavälillä jäisivät syntymättä, ellei ko. vaihtoehtoa toteutettaisi. Tämä merkitsee sitä, että jo suoritettuja peruuttamattomia eli ns. uponneita kustannuksia ei oteta huomioon.

Omaksutun aiheuttamisperiaatteen ja tarkastelujakson pituuden mukaisesti tulisi määrittää jokaisen vaihtoehdon aiheuttamat kustannukset siten, että määritetään tarvittavat pitkän tähtäyksen lisäinvestoinnit (kulkutien, terminaalien, laitteiston ja kuljetusvälineistön uusinta-, parantamis- ja laajennusinvestoinnit) sekä muuttuvat kunnossapito- ja itse kuljetusten suorittamisesta pitkällä aikavälillä aiheutuvat kustannukset<sup>1)</sup>. Ne voidaan jaotella ja määritellä seuraavasti:

- Muuttuvat kustannukset (se osa liikenteen aiheuttamista kustannuksista, joka riippuu lineaarisesti suoritemäärästä, kuten liikenteen hoitamisesta johtuvat kuljetus-, terminaali- ym. henkilöstön palkkakustannukset, käyttöenergia, onnettomuuskustannukset, kuljetusvälineiden ja laitteiden kulumisesta johtuvat pääomakustannukset, rakenteiden ja kulkutien kulumisesta johtuvat korjaus- ja kunnossapitokustannukset sekä uusinta- ja parantamisinvestointien kulumisesta johtuva pääomakustannusosuus).

<sup>1)</sup> Euroopan talousyhteisö (EEC) on liikennepolitiikkaa koskevassa raportissa 29.3.1971 (esim. Geile 1972, s. 126) määrittänyt rajakustannuksiksi ne lisäkustannukset, jotka lisäsuoriteyksikkö, esim. tonnikielometri aiheuttaa. Yhteiskuntataloudellinen rajakustannus muodostuu tällöin kolmesta osasta, joista suurin on kulkutien ylläpidosta, uusimisesta, käytöstä ja hallinnosta johtuva kustannuserä.



- Kiinteät kustannukset (se osa liikenteen aiheuttamista kustannuksista, joka johtuu liikennehuipun hoitamiseen varautumisesta, kuten kuljetus-, terminaali- ym. henkilöstön palkkakustannukset, kuljetusvälineiden ja laitteiden sekä uusinta- ja parantamisinvestointien se pääomakustannusosuus, joka johtuu ajan kulumisesta).
- Lisäkustannukset (muuttuvat kustannukset + kiinteät kustannukset, jotka ko. vaihtoehto aiheuttaa pitkällä aikavälillä).
- Yhteiskustannukset (kustannusten se osuus, jota ei voida kohdistaa kyseisen vaihtoehdon muuttuviin tai kiinteisiin kustannuksiin).
- Keskimääräiskustannukset (lisäkustannukset + yhteiskustannusosuus).

Lisäkustannusten käytännöllisessä määrittämisessä vuosikymmenien pituiselle tarkastelujaksolle kaikissa liikennemuodoissa yhdenmukaisella tavalla on käytännöllisiä vaikeuksia, kuten kustannustarkistusryhmä on raportissaan todennut. Vaikeudet johtuvat mm. eri liikennemuotojen toiminnallisista, organisatorisista ja teknologisista eroavuuksista.

Lisäkustannusten ja niiden tulevan kehityksen arvioimisessa mahdollisesti aiheutuvan virheen merkityksen toteamiseksi ja virhepäätelmien välttämiseksi suoritetaan tulosten herkkyystarkasteluja antamalla olennaisimmille laskentatekijöille vaihtoehtoisia arvoja.

Laskelmissa käytetään vastikkeellisia yhteiskuntataloudellisia kustannuksia, joita kuvaavat markkinahintaiset (yritystaloudelliset) kustannukset sen jälkeen kun niihin sisältyneet mahdollisesta yli- tai aliarvostuksesta johtuneet poikkeamat (välilliset verot, subventiot ym.) on korjattu. Korjaus suoritetaan siten, että:

- Yritystaloudellisista kustannuksista vähennetään välilliset verot (liikevaihtovero, tulli, tuonti-, valmiste- ja moottoriajoneuvovero jne.).
- Yritystaloudellisiin kustannuksiin lisätään julkiselle vallalle aiheutuvat kustannukset, kuten kulkuväylien rakentamisen, uusinnan, parantamisen, kunnossapidon, jäänmurtajatoiminnan ym. kustannukset.
- Sosiaaliturvamaksu ja eläkevastuu sisällytetään kaikkiin henkilökustannuksiin yhtenäisin perustein.
- Yrittäjänpanosta ei tässä selvityksessä ole kustannustarkistusryhmän ehdotuksesta luettu yhteiskuntataloudelliseksi kustannukseksi.



- Pääoman käytön hinnaksi, ts. laskentakorkokannaksi on kaikissa liikennemuodoissa ja kustannusryhmissä otettu valtiovarainministeriön suositama 6 %.

Ns. vastikkeettomat yhteiskuntataloudelliset kustannukset, joita markkinamekanismi ei toistaiseksi hinnoittele, eivät sisälly varsinaisiin vaihtoehto- eikä optimointilaskelmiin, vaan niitä tarkastellaan erillisesti kohdassa 6.3. Mainittuja tekijöitä ovat mm. aluepoliittiset erillistavoitteet, työvoimapoliittiset tavoitteet jne.

Kustannuksia määritettäessä on perusvuotena vuoden 1970 hintataso. Kustannusten muutokset vuoteen 1980 otetaan huomioon lisäämällä työpaikkakustannuksia sekä sosiaali- ja eläketurvakustannuksia niiden oletetun reaalikasvun verran eli 4 %/v<sup>1)</sup>.

Muut kustannukset (pääomakustannukset sekä korjaus- ja kunnossapitokustannukset) pidetään vuoden 1970 hintatasossa olettaen, että tuottavuuden kasvu eliminoi reaalikustannusten kasvun. Kuitenkin työn tuottavuuden kehitys otetaan huomioon kuljetus- ja terminaalihenkilöstön tarvetta vähentävänä tekijänä. Tuottavuuden kasvu tulee otettavaksi huomioon lisäksi siten, että liikennettä keskittämissä vaihtoehtoisissa ja ajanmittaan kuljetusvälineiden kapasiteetti ja sen hyväksikäyttöaste kasvavat.

Yksityiskohtaisesti on laskentaperusteita selvitetty liitteenä olevassa kustannustarkistusryhmän raportissa, jonka yksikköhintoja toimikunta on käyttänyt laskelmissa apuna. Yksikköhintoja käsitellään kohdassa 5.

Muut kustannukset pidetään vuoden 1970 hintatasossa. Tämä perustuu olettamukseen, että tuottavuuden kasvu eliminoi reaalikustannusten nousun (Liikenneministeriö 1971, s. 29).

Eri kustannustekijäin yksityiskohtainen tarkastelu suoritetaan liikennemuodoittain ja kohteittain kohdassa 5 (Kustannukset). Ennen sitä on syytä tarkastella Pohjanlahden luonnonoloja, Pohjois-Suomen elinkeinoelämää ja sitä, millaiseksi kuljetustoiminta on tällä hetkellä muotoutunut sekä mitä vaatimuksia tuleva kehitys asettaa kuljetustoiminnalle.

---

1) Valtiovarainministeriön kansantalousosaston liikenneministeriölle 19.10.1971 lähettämän kirjeen mukaan palkansaaajien reaali-ansioden keskimääräiskasvu olisi vuosina 1970-1975 4,0 % ja vuosina 1975-1980 4,3 % vuodessa.



### 1.3 Luonnonolot

#### 1.3.1 Meren jäätyminen ja alusliikenne

Pohjanlahden, kuten myös kaikkien muiden Suomea ympäröivien Itämeren osien jäätyminen tapahtuu seuraavaan tapaan: jäänmuodostusta ilmenee ensin rannoilla, josta se leviää rannikkoja reunustavaan saaristoon, sen jälkeen saariston edustalle ja lopuksi veden lämpötilan riittävästi alennuttua jäätä alkaa syntyä ulapalle. Ennen ulkomeren jäätymistä tapahtuva saaristovyöhykkeen jäätyminen merkitsee merenkulun kannalta tärkeän kiintojäätvyöhykkeen syntymistä, joka myöhemmin luonnollisesti ulottuu saaristovyöhykkeen ulkopuolelle. Kiintojään reunaan syntyy talven mittaan usein ahtojäätvyöhyke.

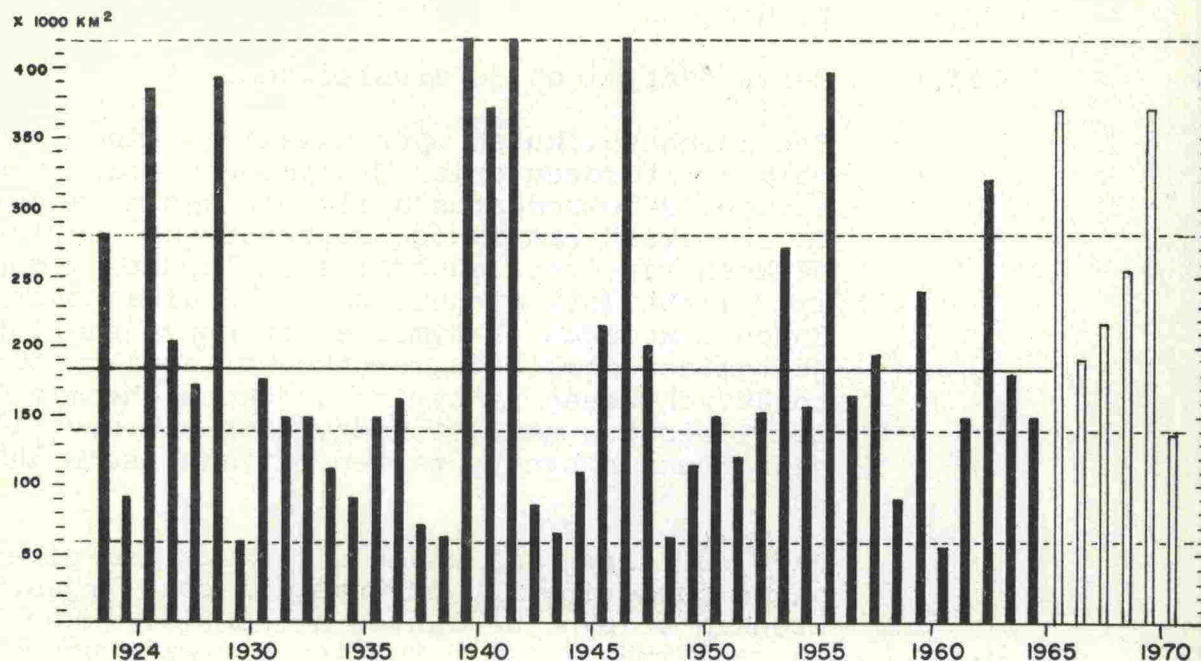
Jään sulaminen tai useassa tapauksessa pikemminkin sen häviäminen tapahtuu päinvastaisessa järjestyksessä. Etenkin ulapan jää lähtee helposti liikkeelle ja häviää keväämmällä usein tuulien mukana kauemmas ennenkuin varsinaisesta sulamisesta on kysymys.

Alusliikenteen kannalta on tehtävä ero kiintojään ja ulapan irrallisen jään välillä. Jäänmurtajan kiintojäähän tekemä väylä pysyy auki tuulellakin. Tästä syystä saariston suojaamat laivareitit ovat talvella turvallisimmat ja yleensä pidettävissä tyydyttävästi auki jäänmurtajilla. Sensijaan avomerellä liikuttaessa ovat vaikeudet moninkertaiset. Jäänmurtajan tekemä uoma sulkeutuu jäiden liikkumisen takia nopeasti, tuulen painaessa suurta jäämassaa syntyy jäiden puristuksessa valtava voima, ja irrallinen merijää kasautuu esim. kiintojään reunan tavatessaan monesti jäänmurtajallekin vaikeasti läpäistäväksi ahtojääksi. Merijäiden puristukseen joutunut alus on yleensä täysin avuton ja alttiina uppoamisvaaralle, ja jäiden kuljettaessa aluksen pois merkityltä reitiltä, se on alttiina myös karilleajovaaralle.

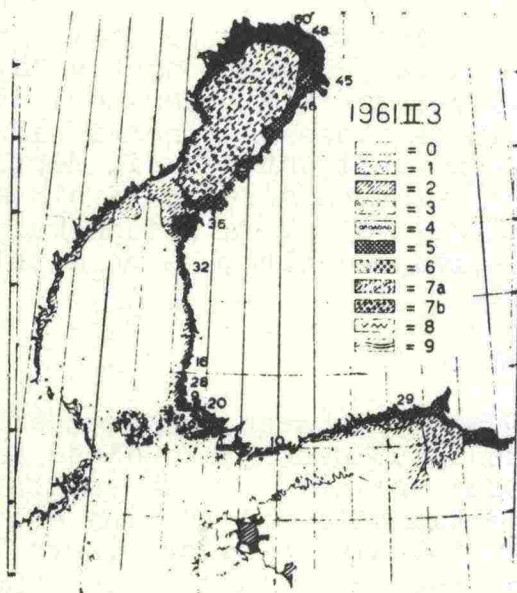
#### 1.3.2 Jäätyminen Itämerellä

Itämeri kuuluu vyöhykkeeseen, jossa jäätä esiintyy talvisin. Jään muodostumisen ajankohdissa samoin kuin talvien ankaruudessa esiintyy suurta vaihtelua, josta saadaan käsitys vertaamalla eri talvina esiintyneitä jään laajimpia ulottuvuuksia toisiinsa (kuva 1). Kaikkein leudoimpina talvina, sellaisena kuin 1960-1961, peittyi Perämeri hetkeksi kokonaan jäähän, mutta Selkämeri ja Pohjoinen Itämeri pysyivät sulina (kuva 2). Jääalueen kokonaispinta-ala oli tällöin noin 60.000 km<sup>2</sup>. Tämän vuosisadan toistaiseksi kaikkein ankarimpana talvena 1941-1942 Itämeri ja Tanskan salmet olivat helmikuussa kokonaan jäässä peittäen n. 420.000 km<sup>2</sup>. Keskimääräinen arvo 184.000 km<sup>2</sup> saavutettiin viimeksi talvella 1963-1964 (kuva 3).

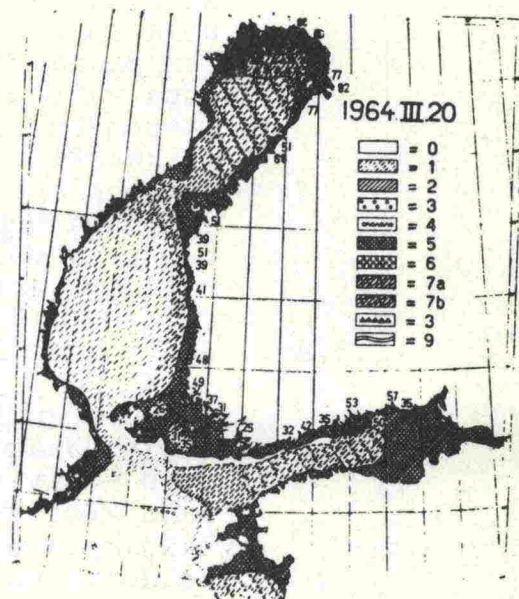




KUVA 1. JÄÄN LAAJIMMAT ULOTTUVUUDET TALVINA 1924-1965. KESKIARVO 184 000 KM<sup>2</sup>. LEUDOT TALVET SATTUVAT VÄLILLE 60 000 - 140 000 KM<sup>2</sup>, JA RUNSASJÄISET 280 000 - 420 000 KM<sup>2</sup>. KUVIOON ON LISÄTTY TALVET 1966-1971 VALKEINA PYLVÄINÄ.



KUVA 2. JÄÄN LAAJIN ULOTTUVUUS 60 000 KM<sup>2</sup> LEUTONA TALVENA 1960/61.



KUVA 3. JÄÄN LAAJIN ULOTTUVUUS 184 000 KM<sup>2</sup> KESKINKERTAISENA TALVENA 1963/64.

RISTIVIIVOTUS ESITTÄÄ KIINTOJÄÄTÄ JA YMPYRÄT ERILAISIA AJOJÄÄN LAATUJA.

LÄHDE : PALOSUO ERKKI, 1966, MERIEMME JÄÄPEITE SOTILAALLISELTA NÄKÖKANNALTA, ERIPAINOS SOTILASAIKAKAUSILEHDESTÄ No 2/66



Jäänmuodostuminen ja jääpeitteen leviäminen rannikolta ulospäin ei tapahdu tasaisella nopeudella, vaan jään reuna pysyttelee kauan aikaa suurten ulapoiden partaalla. Kun sitten pakkasten jatkuessa meri on täysin jäähtynyt, saattaa ulappa peittyä melkein samanaikaisesti kokonaan jäähän. Siten myöskään jäätalvien jakautuminen jään laajimman ulottuvuuden mukaan ei ole tasainen, vaan usein jäätyminen pysähtyy ulapan reunan.

Jos kuvion 1 talvet luokitellaan jään laajimman ulottuvuuden mukaan kolmeen yhtä suureen ryhmään saadaan jäätalven ankaruudelle seuraavat rajat: vähäjäiset talvet 60.000-140.000 km<sup>2</sup>, keskinkertaiset talvet 140.000-280.000 km<sup>2</sup> ja runsasjäiset talvet 280.000-420.000 km<sup>2</sup>. Keskiarvo 184.000 km<sup>2</sup> sijaitsee lähempänä alarajaa (Palosuo 1966, s. 3-4). Kuvaan 1 on lisätty myös talvet 1966-1971 valkeina pylväinä. Lisätyt talvet eivät ole siis olleet mukana yhtä suuriin ryhmiin jaettaessa. Kuvassa 4 on esitetty jään levinneisyys joulukuusta maksimiin ankarana talvena (Vintersjöfart 1971, s. 20).

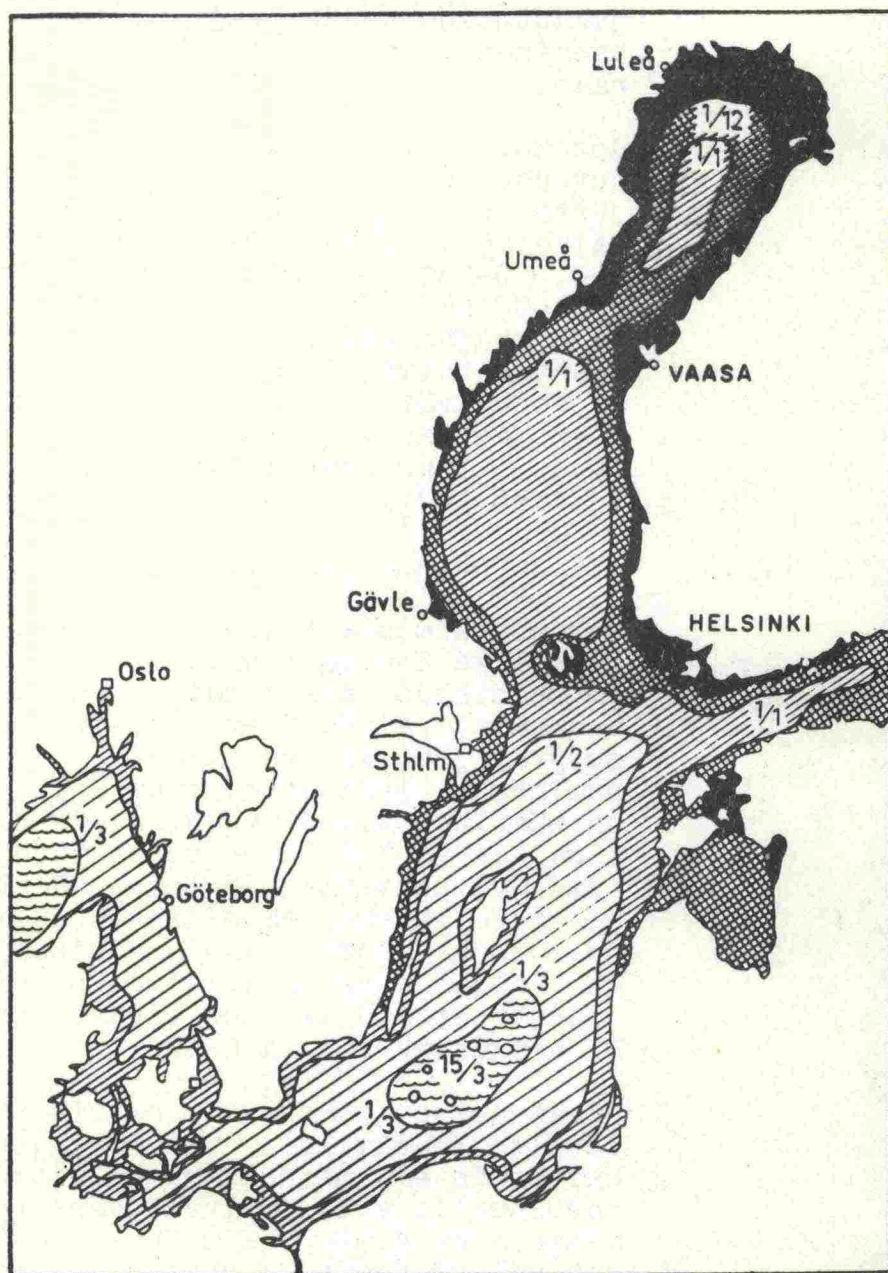
### 1.3.3 Jääolot Pohjanlahdella

Merentutkimuslaitoksen julkaisussa n:o 219 (Jäätalven kesto aika Suomen rannikoilla 1931-1960) on jäätyksen ja jäänlähdon ajankohdista esitetty taulukkomuodossa seuraavat päivämäärät: ensimmäinen jäätyminen syksyllä, pysyvän jääpeitteen alkaminen, pysyvän jääpeitteen loppuminen ja jään katoaminen keväällä. Pysyvä jääpeite on määriteltä pisimmäksi kaudeksi, jonka aikana havaintopaikan ympäristö on ollut yhtäjaksoisesti jään peittämä, riippumatta jään paksuudesta. Ulkosaaristossa ja -merellä saattaa esiintyä useita erillisiä kausia, jolloin havaintopaikan ympäristö on ollut jään peittämä. Tällaisissa tapauksissa on pisimpään yhtenäiseen jääpeitteeseen kauteen lisätty lyhyempiä kausia, mikäli niiden välinen aikaero on ollut korkeintaan 5 vrk.

Havainnot on tehty varsinaisista talvisatamista ja niistä ulos johtavilta väyliltä. Tässä yhteydessä esitetään kuitenkin em. merentutkimuslaitoksen julkaisun n:o 219 perusteella vain pysyvän jääpeitteen alkamisen ja loppumisen aikaisimmat ja myöhäisimmät ajankohdat ja keskiarvot näistä Kemin ja Vaasan satamiin johtavilta väyliltä (kuvat 5-6).

Kuvissa 5 ja 6 on esitetty vertailun vuoksi myös em. satamiin 1960-luvulla suoritettujen jäänmurtaja-avustusten päivämääriä. Näihin on merkitty syksyllä alkaneen ja keväällä päättyneen jäänmurtaja-avustuksen aikaisimmat ja myöhäisimmät ajankohdat ja aritmeettiset keskiarvot jäänmurtaja-avustuksen alkamisajankohdasta syksyllä ja vastaavasti loppumisajankohdasta keväällä.





KUVA 4.

JÄÄTYMISEN EDISTYMINEN JOULUKUUSTA LAAJIMILLEEN ANKARANA TALVENA.

LÄHDE : VINTERSJÖFART 1971, s. 20



( LÄHDE : MERENTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISU No 219 )

KEMI

E = AIKAISIN,      L = MYÖHÄISIN,      M = ARITM. KESKIVARVO



**VAASA**

E = AIKAISIN, L = MYÖHÄISIN, M = ARITM. KESKIVARVO



Merentutkimuslaitoksen em. julkaisussa n:o 219 annetaan tietoja myös jääpäivien määrästä. Näitä koskevat arvot on määriteltä talven aikana esiintyneiden todellisten jääpäivien perusteella. Jääpäivien määrän keskiarvo on vuosina 1931-1960 havaittujen jääpäivien määrä jaettuna 30:llä. Lisäksi annetaan jääpäivien määrien pienimmät ja suurimmat arvot. Jääpäivien määrien keskiarvot koko maan osalta on esitetty kuvassa 7.

Merentutkimuslaitoksen julkaisun n:o 234 (1971, s. 38-49) mukaan on jään paksuus normaalisti ulapalla Oulun ja Kemian edustalla n. 80 cm ja kovina talvina jopa 100 cm. Vaasan edustalla jään paksuus on 55-60 cm. On huomattava, että edellä luetellut arvot ovat ns. kiintojään arvoja. Pääallekkäin liukumisen, ahtautumisen yms. syyn takia jäämassan todelliset paksuudet saattavat vaihdella suuresti.

Jäiden ahtautumisesta ei ole tehty laajempaa tutkimusta. Ahtautumispaksuuksista voidaan mainita, että ne vaihtelevat muutamasta kymmenestä senttimetristä (uuden jään alue) aina 5-6 metriin (paksun jään alue). Jos vedensyvyys on pieni, tapahtuu ahtautumista pohjaan saakka, ja jäämassa saattaa nousta aina 15 metrin korkeuteen. Etenkin Merenkurkussa ja Kemiin-Oulun edustalla esiintyy leutoinkin talvina vaikeita ahtautumisilmiöitä.

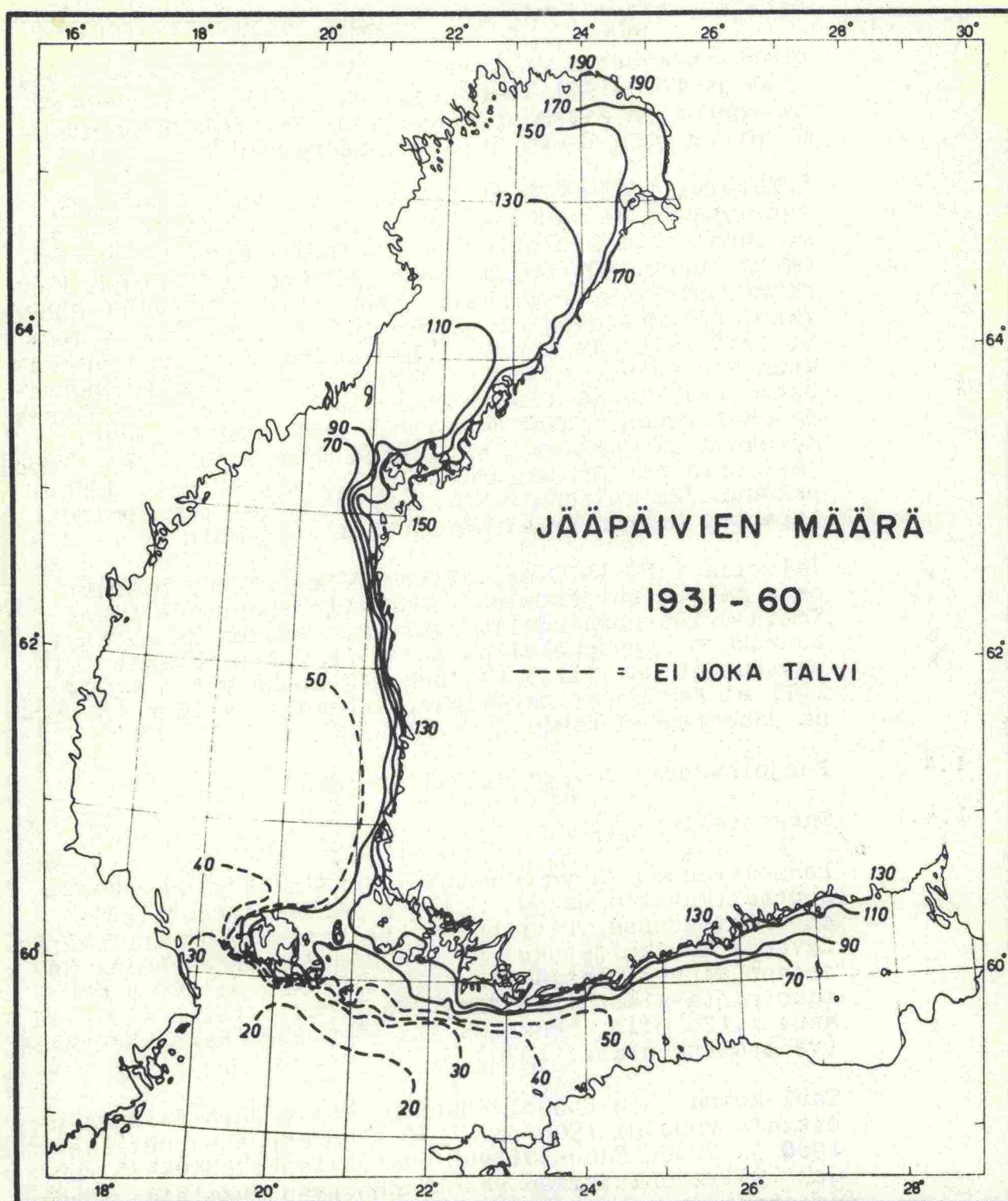
#### 1.3.4 Sääolot ja meren jäätyminen

Tuulien vaikutus talven jäätilanteeseen on erittäin merkittävä. Tuulten osalta jäätilanteen muutokset riippuvat pääasiassa tuulen suunnasta ja sen voimakkuudesta. Talvimerenkululle ovat kiusallisia etenkin ne tuulet, jotka puhaltavat rannikolle päin, ja jotka vaikeuttavat nimenomaan talvella liikennöitäviin sataliin johtavien väylien aukipitämistä. Tällaisia tuulia ovat länsirannikollamme lounais-, länsi- ja luoteistuulet. Olemassaolevia, kuukausikeskiarvoina esitettyjä tilastotietoja tuulihavainnoista ei kuitenkaan voida yhdistää jäätilanteen vaihtelun tarkasteluun.

Koska meren jäätyminen on ilman lämpötilan alenemisen suoranainen seuraus, ei lämpötilan muutosten esittäminen talven eri ajankohtina ja rannikon osilla tuo oleellista uutta kuvaan jäätalven luoteesta.

Jää- ja sääoloista voidaan yhteisenä piirteenä todeta yleisesti se, että vaikka tunnetaan ns. normaali tilastollinen tilanne, esiintyy kuitenkin hyvin suurta hajontaa. Esimerkkinä voidaan mainita kuvassa 5 esitetty pysyvän jääpeitteen alkamisen aikaisin ja myöhäisin ajankohta Kemiin johtavalla väylällä. Säätilojen luonteesta johtuen voidaan ennustaminen suorittaa luotettavasti vain muutamiksi päiviksi eteenpäin, ja jäätilanteen vaikeusaste voidaan todeta hyvin usein vasta





KUVA 7. JÄÄPÄIVIEN MÄÄRÄ KESKIM. V. 1931 - 60

LÄHDE : Merentutkimuslaitoksen julkaisu N:o 219

jälkeenpäin. Vaikeus ennustaa jäätilanteen kulloinkin kehitys riittävän ajoissa on voittamaton.

Tässä yhteydessä esitetään lyhyt kuvaus talvien 1969-1970 ja 1970-1971 luonteesta ja niiden vaikutuksesta Perämeren satamien aukioloon. Em. talvia on luonnehdittu (tri Erkki Palosuo) seuraavasti:

"Jäätalvi 1969-1970 on laskettava ankariin talviin kuuluvaksi. Se kesti kaikilla merialueilla pitkään, ja samalla jään ulottuvuus oli keskitalvella huomattavan suuri. Kuitenkaan jään paksuus ei kohonnut keskinkertaista suuremmaksi, minkä ohella jääpeite Suomen rannikon edustalla oli suhteellisen tasaista. - Talvi 1970-1971 oli luonteeltaan leuto. Alkutalvi helmikuun 20. päivän tienoille pysyi Perämeren lukuunottamatta poikkeuksellisen vähäjäisenä. Helmikuun lopussa ja maaliskuun alussa vallinnut pakkasjakso lisäsi nopeasti jään määrää, niin että myös Selkämeren ulappa ja suurin osa Suomenlahtea peittyivät jäähän. Jään paksuus jäi kuitenkin vähäiseksi ja sen taantuminen tapahtui hieman keskimääräistä aikaisemmin".

Talvella 1969-1970 olivat Perämeren kaikki satamat osan talvea suljettuina. Jäänmurtaja-avustus alkoi Kemin-Oulun korkeudella joulukuun alussa ja päättyi toukokuun loppupuolella. Kemin ja Oulun satamat olivat suljettuna yli 3 kk. Sen sijaan talvella 1970-1971 ei Perämeren satamista ainoakaan ollut suljettuna jääesteiden takia.

#### 1.4 Pohjois-Suomi ja sen elinkeinoelämä

##### 1.4.1 Tarkasteltava alue

Pohjois-Suomella ymmärretään tässä sitä aluekokonaisuutta (kuvat 8 ja 9), jolla sijaitseva teollisuus on suoritettussa yrityshaastattelussa ilmoittanut käyttävänsä merikuljetuksissa Pohjois-Suomen satamia. Kyseisen alueen pinta-ala on 184.404 km<sup>2</sup> eli 60 % koko maan pinta-alasta. Vuoden 1970 lopussa tällä alueella asui 1,108 milj. henkilöä eli 24 % koko maan väestöstä (väestölaskenta v. 1970).

Taulukossa 1 on Pohjois-Suomen väestömäärä talousalueittain vuosina 1960 ja 1970 sekä ennuste vuosille 1980 ja 2000. Ennusteluvut ovat tilastokeskuksen vuoden 1971 kunnittaisen väestöennusteen mukaisia, jossa on otettu huomioon vuoden 1970 väestölaskennan tiedot.

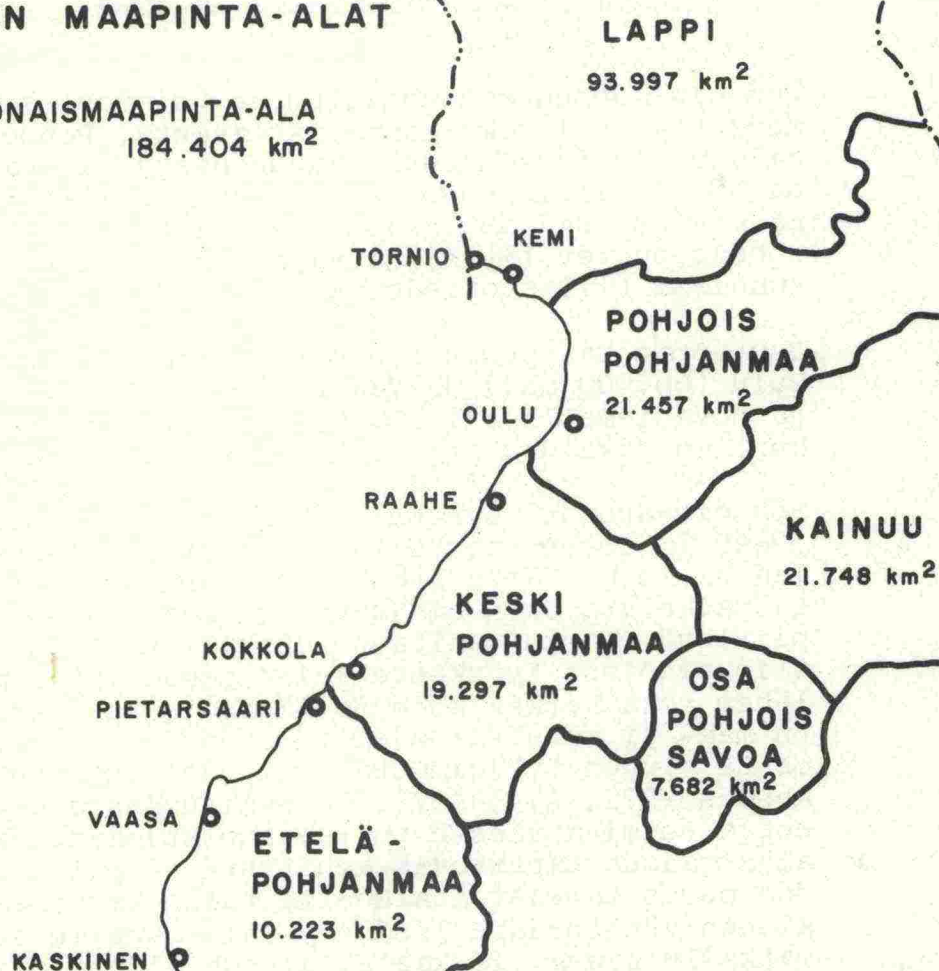
Arvioihin väkiluvun kehityksestä on suhtauduttava varovaisesti. Kuitenkin on ilmeistä, että Pohjois-Suomen väkiluku vähenee, mikäli alueen kehittämiseen ei julkisen vallan taholta puututa riittävän voimakkaasti.



KUVA 8

**POHJOIS - SUOMEN  
SATAMIA KÄYTTÄVÄT  
TALOUSALUEET JA  
NIIDEN MAAPINTA-ALAT**

- KOKONAISMAAPINTA-ALA  
184.404 km<sup>2</sup>





Taulukko 1. Pohjois-Suomen väestö vuosina 1960 ja 1970 sekä väestöennuste vuosille 1980 ja 2000

Talousalue	Väestö		Väestöennuste	
	1960	1970	1980	2000
	1000 asukasta			
Osa Pohjois-Savoa	87	76	63	40
Etelä-Pohjanmaa	362	346	313	250
Keski-Pohjanmaa	169	180	179	173
Kainuu	107	104	93	71
Lappi	205	209	189	151
Pohjois-Suomi	1.131	1.108	1.012	828
Koko maa	4.446	4.618	4.570	4.360

Lähde: Väestölaskenta v. 1960

Väestölaskenta v. 1970

Tilastokeskus: Vuoden 1971 kunnittainen väestöennuste

Pohjois-Suomen kaupungistumisaste erosi v. 1970 merkittävästi koko maan vastaavasta. Pohjois-Suomessa asui 33 % väestöstä kaupungeissa tai kauppalloissa 67 % maalaiskunnissa, kun samaan aikaan koko maan väestöstä asui kaupungeissa tai kauppalloissa runsas puolet (51 %) ja vajaat puolet (49 %) maalaiskunnissa (Tilastotiedotus 24.2.1971).

Suurimmat kaupungit Pohjois-Suomessa v. 1970 olivat Oulu (86.500 as.) ja Vaasa (49.500 as.). Kemissä ja Rovaniemellä oli 29.000 asukasta. Muiden paikkakuntien väkiluku oli korkeintaan 20.000 asukasta.

Pohjois-Suomen väestön työhönosallistumisaste (noin 39-45 % alueen väestöstä) on alhaisempi kuin koko maassa keskimäärin (48 %). Pohjanmaan talousalueiden työpaikoista on huomattava osa maa- ja metsätalouden piirissä. Lapin osalta on merkillepantavaa palveluselinkeinoissa työskentelevien osuus työvoimasta on lähes yhtä korkea kuin Etelä-Suomessa. Lapin alueella on maa- ja metsätaloudella luonnollisesti merkittävä osuus alueen työvoimasta (Taloudellinen Suunnittelukeskus 1972, s. 34-37). Tulevaisuudessa alkutuotannossa toimiva väestö tulee supistumaan. Vastoin muualla maassa tapahtuvaa kehitystä ei palveluselinkeinojen osuus tarkastelualueella tulle kasvamaan, jollei alueen väestömäärä lisäännä tai alueelle suuntautuva matkailu kasva. Tarkastelualueen elinkeinoelämän kasvuedellytykset riippuvat alueen teollisuuden laajentumisesta (Taloudellinen Suunnittelukeskus 1972, s. 61-65).

#### 1.4.2

Pohjois-Suomen osuus koko maan teollisuudesta

Suomen teollisuustuotannon bruttoarvo v. 1970 oli 35,5 mrd.mk ja jalostusarvo 13,2 mrd.mk. Pohjois-Suomen osuus teollisuustuotannon bruttoarvosta oli 5,9 mrd.mk (17 %) ja jalostusarvosta 2,1 mrd.mk (16 %)<sup>1)</sup> (ennakkotieto vuoden 1970 teollisuustilastosta, taul. 2).

<sup>1)</sup> Lukuihin ei sisälly osa Pohjois-Savoa, jonka osuutta ei ole voitu erottaa muun Pohjois-Savon tiedoista.



Taulukko 2. Pohjois-Suomen teollisuustuotannon bruttoarvo ja jalostusarvo talousalueittain v. 1970 (pl. osa Pohjois-Savo) milj.mk

Talousalue	Tuotannon bruttoarvo	Tuotannon jalostusarvo
Osa Pohjois-Savo	..	..
Etelä-Pohjanmaa	2.051,8	673,7
Keski-Pohjanmaa	1.336,0	434,2
Pohjois-Pohjanmaa	982,9	329,9
Kainuu	448,6	186,8
Lappi	1.128,2	469,3
Pohjois-Suomi Yht.	5.947,5	2.093,9
Koko maa yht.	35.529,7	13.217,9

Vuoden 1968 teollisuustilaston aineiston perusteella arvioitu teollisuustuotannon painomäärä ja vienti Pohjois-Suomessa ja koko maassa olivat:

	Tuotanto milj.t	Vienti	Viennin osuus tuotannosta, %
Pohjois-Suomi	12	3 1/2	29
Koko maa	50	11	22
Pohjois-Suomen osuus	24 %	32 %	

Pohjois-Suomen teollisuuden vientimäärä sisältää Pohjois-Suomen satamien kautta tapahtuneen viennin lisäksi Etelä-Suomen satamien ja raja-asemien kautta tapahtuneen viennin.

Asetelma osoittaa Pohjois-Suomen tuotantomäärän olleen noin 1/4 koko maan tuotannon määrästä. Vastaava osuus teollisuustuotannon jalostusarvosta oli 1/6. Ero johtuu siitä, että Pohjois-Suomen teollisuus on suurelta osin perusteollisuutta (mm. kaivannaisteollisuutta), jonka jalostusarvo tuotantomäärään verrattuna on pienehkö. Puunjalostusteollisuuden merkitystä Pohjois-Suomelle havainnollistaa se, että kun v. 1969 vietiin koko maasta metsätuotteita asukasta kohti 1.000 markan arvosta, niin vastaava luku Lapissa oli 2.000 mk/asukas (Salminen 1970, s. 38-39).

#### 1.4.3

#### Teollisuuden sijainti ja tuotanto

Pohjois-Suomen raaka-ainevaroista tärkeimmät ovat metsävarat ja malmivarat. Tästä johtuen Pohjois-Suomen tuotantotoiminta on suurelta osin kyseisten raaka-ainevarojen hyväksikäyttöä.

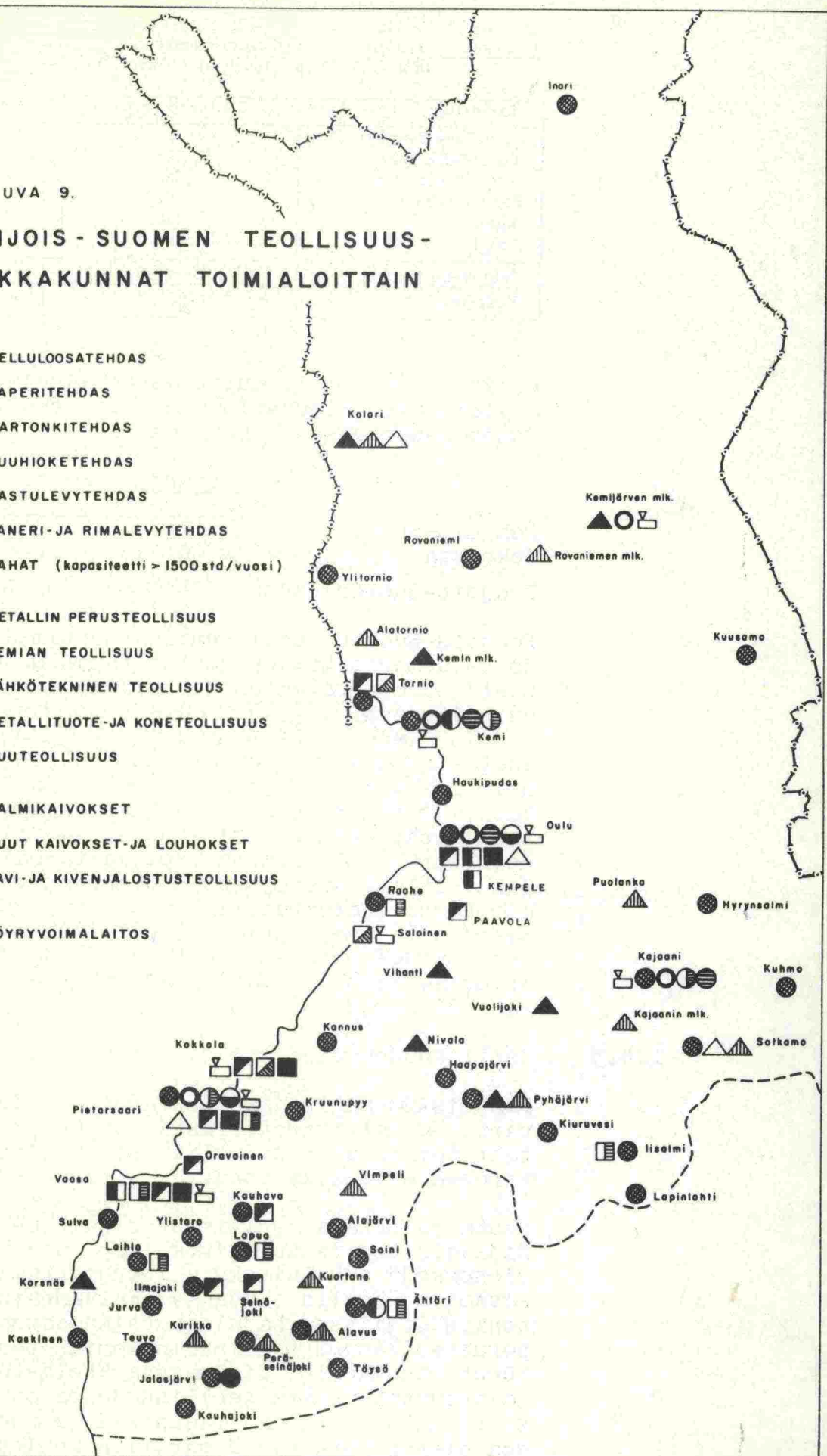
Puuta jalostava teollisuus sijaitsee Kemijärven ja Kajaanin teollisuuslaitoksia ja useita keskisuuria ja pienehköjä sahalaaitoksia lukuunottamatta rannikolla satamien äärellä (kuva 9). Kaivannaisteollisuus tietenkin sijaitsee hajallaan sisämaassa, mutta metallien perusteollisuus samoin kuin kemian teollisuus on sijoittunut rannikolle. Sisämaassa Etelä-Pohjanmaalla ym. sijaitsevasta muusta teollisuudesta on karttaan merkitty se teollisuus, jonka viennillä ja tuonnilla voidaan katsoa olevan merkitystä satamien kehittämisen kannalta. Lisäksi on karttaan merkitty höyryvoimalaitokset, jotka ovat huomattavia tuontipolttoaineen kuluttajia.



KUVA 9.

# POHJOIS - SUOMEN TEOLLISUUS- PAIKKAKUNNAT TOIMIALOITTAIN

- SELLULOOSATEHDAS
- ◐ PAPERITEHDAS
- ◑ KARTONKITEHDAS
- ◒ PUUHIOKETEHDA
- ◓ LASTULEVYTEHDAS
- VANERI- JA RIMALEVYTEHDAS
- ◐ SAHAT (kapasiteetti > 1500 std/vuosi)
- ▧ METALLIN PERUSTEOLLISUUS
- KEMIAN TEOLLISUUS
- ▨ SÄHKÖTEKNINEN TEOLLISUUS
- ▩ METALLITUOTE- JA KONETEOLLISUUS
- MUUTEOLLISUUS
- ▲ MALMIKAIVOKSET
- ▴ MUUT KAIVOKSET- JA LOUHOKSET
- △ SAVI- JA KIVENJALOSTUSTEOLLISUUS
- ▽ HÖYRYVOIMALAITOS



Suomen pohjoispuolisko<sup>1)</sup> muodostaa verraten suljetun raaka-aineen hankinta- ja käyttöalueen. Vuonna 1969 tämän alueen teollisuuden käyttämästä puuraaka-aineesta (6,9 milj.k-m<sup>3</sup>) alle 2 % oli peräisin muilta alueilta ja toisaalta Oulun ja Lapin lääneissä hankituista puuraaka-aineista käytettiin vajaat 6 % ko. alueen ulkopuolella (Vöry 1971, s. 3 ja 9). Raakapuun vienti, joka tällä alueella vuoteen 1969 oli vuosittain yli 1 milj.k-m<sup>3</sup> on lähes kokonaan loppunut (Talousneuvosto 1969, s. 131).

Pohjois-Suomen, kuten koko maan puunjalostusteollisuuden laajennusmahdollisuudet riippuvat olennaisesti metsävarojen riittävydestä. Viimeisimpien metsäarvioiden mukaan on mm. Lapin läänin kestävä hakkuumahdollisuus pienentynyt 10 % siitä, miksi se arvioitiin 1950-luvulla. Hakkuumahdollisuuden pienentyminen Lapin läänissä on kuitenkin tilapäistä (n. 10 v), johtuen vanhojen yli-ikäisten metsien hakkuusta 1960-luvulla. Suoritetut metsien istutukset ja soiden ojitukset alkanevat vaikuttaa metsien nopeampaan uudistumiseen 1980-luvulla.

Pohjois-Pohjanmaalla metsien kasvu- ja hakkuumahdollisuus lisääntyy 1970-luvulla n. 15-20 %, ja vuoteen 2000 kaksinkertaiseksi nykyisestä tasosta. Tämä kehitys perustuu ojituksiin ja näiden yhteydessä mahdollisesti suoritettavaan lannoitukseen, joskaan kangasmetsien lannoitusta ei arviossa ole huomioitu. Sama kehitys-arvio koskee myös Kainuuta ja Keskipohjanmaata (Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan päämetsänhoitajan, maat. ja metsät. tri P. Alhon lausunto).

Pohjois-Suomen osuus koko puunjalostusteollisuuden painomääräisestä tuotannosta on n. 21 % ja ao. teollisuuden viennistä vajaat 27 %. Huomattavimpia Pohjois-Suomen puunjalostusteollisuuden tuotteita ovat olleet selluloosa ja puuhioke (taul. 3). Koko maasta viedystä selluloosasta on lähes 52 % peräisin Pohjois-Suomen tehtaista. Paperin viennistä on Pohjois-Suomen osuus ollut 13 %. Levy- ja vaneriteollisuudessa on Pohjois-Suomen osuus ollut vähäinen. Ouluun v. 1970 valmistunut levytehdas muuttaa jonkin verran tilannetta.

Pohjois-Suomessa sijaitsevat selluloosatehtaat valmistavat sivutuotteina kemian teollisuuden tuotteita: mäntyöljyä, tärpättiä ja klooritehtaan tuotteita, yhteensä vuosittain n. 100.000 tonnia, josta 1/3 menee vientiin.

<sup>1)</sup> Metsätilastossa maan Pohjoispuoliskoksi kutsutaan Lapin ja Oulun läänien (pl. 10 eteläisintä kuntaa) muodostamaa aluetta. Tällä alueella on metsämaan kokonaisala noin 8,6 milj.ha (Huikari ja Väre 1969, s. 39).



Taulukko 3. Puunjalostusteollisuuden tuotanto ja vienti Pohjois-Suomessa ja koko maassa tavaralajeittain v. 1969

Tavaralaji	Pohjois-Suomi		Koko maa	
	Tuotanto	Vienti	Tuotanto	Vienti
1000 tonnia				
Sahatavara	860	731	2.962	2.395
Vaneri	-	-	480	430
Lastulevy	-	2	223	97
Selluloosa ja puuhioke	1.400	1.144	5.737	2.216
Paperi ja Kartonki	523	461	4.060	3.589
Kuitulevyt	-	-	228	151
Sivutuotteet	96	35	182	72
Yhteensä	2.879	2.373	13.872	8.950

Lähde: Yrityshaastattelu

Pohjois-Suomen puunjalostusteollisuuden kehittäminen tulevaisuudessa keskittyy lähinnä jalostusasteen nostamiseen. Selluloosan vienti tulee 1970-luvulla vähene-  
mään, kun taas etenkin korkeampilaatuisen paperin  
vienti lisääntyy (vrt. luku 4 Tulevaisuuden asettamat  
vaatimukset).

Huomattava osa koko maan malmi- ja mineraalivaroista sijaitsee Pohjois-Suomessa. Kymmenen viime vuoden aikana on Lapin ja Oulun läänien osuus koko maan malmin nostosta kohonnut 40 prosentista 70 prosenttiin (Laatto 1969, s. 27).

Pohjois-Suomen malmivarojen hyväksikäytölle on kannat-  
tavuus asettanut usein rajoituksia. Kuitenkin tule-  
vaisuudessa tekniikan kehitys ja valtion mahdolliset  
tukitoimet saattavat saada aikaan malmin noston siel-  
läkin, missä sitä nykyisin pidetään kannattamattomana.

Pohjois-Suomen tärkeimmät malmikaivokset sijaintipaik-  
kakunnittain (Laatto 1969, s. 27-28) ovat:

Kaivos ja paikkakunta	Malmilaji	Rikastetta v. 1970 1.000 tonnia	Huomautuksia
Raajärvi, Kemijärven mlk.	Rauta	303	Lopettaa v. 1975 - 1976
Leveäselkä, Kemijärven mlk.	Rauta		Alkaa v. 1972
Rautavaara, Kolari	Rauta		Alkaa v. 1973-1974
Otanmäki, Vuolijoki	Rauta	430	
Elijärvi, Kemin mlk.	Kromi	121	
Korsnäs	Lyijy	5	
	Lantanidi	7	

Pyhäsalmi,	Rautakiisu	476
Pyhäjärvi	Kupari	42
	Sinkki	48
Vihanti	Sintti	66
	Kupari	9
	Lyihy	3
	Rautakiisu	83
Hitura,	Nikkeli	
Nivala	Kupari	11

Alkoi v. 1970

Pohjois-Suomen malmituotanto meni aikaisemmin lähes kokonaan vientiin. 1960-luvun loppupuolella vienti kuitenkin runsaasti väheni, kun rikastetta ryhdyttiin jalostamaan kotimaassa. Niinpä Pohjois-Suomen rautarikaste kuljetetaan jalostettavaksi Rautaruukin Raahen tehtaalle. Kemin maalaiskunnassa (Elijärvi) nostettu kromi jalostetaan Torniossa ja Pyhäsalmen ja Vihannin malmirikasteet jalostetaan Kokkolassa. Nivalasta nikkeli ja kupari lähetetään Harjavaltaan. Vain Korsnäsin lyijy viedään kokonaisuudessaan Belgiaan, mutta lanthanidi jalostetaan kotimaassa.

Kalkkikaivoksista ovat tärkeimmät Kolarin ja Alatornion kalkkilouhokset, joista louhittu kalkki sementiksi valmistettuna pystyy tyydyttämään koko Lapin ja Oulun läänien sementintarpeen. Tulevaisuudessa saattaa myös vienti Ruotsiin tulla kysymykseen (Teknillinen Aikakauslehti 11/1969, s. 62 ja 63). Etelä-Pohjanmaalla sijaitsevat kalkkilouhokset ovat suhteellisen pieniä, ja niiden merkitys raaka-ainelähteenä on vähäinen.

Muista kaivoksista on huomattava Sotkamon Lahnasalmen talkkikaivos, josta on vuosittain louhittu 150.000-200.000 tonnia talkkiainesta. Tästä määrästä saadaan 70.000 tonnia talkkirikastetta, joka menee pääasiallisesti kotimaan paperitehtaille paperimassaan li-sättäväksi täyteaineeksi (Teknillinen Aikakauslehti 11/1969, s. 67).

Pohjois-Suomen metalliteollisuuden keskuksena on Rautaruukin Raahen tehdas, joka jalostaa koko Pohjois-Suomen rautamalmin, Vuonna 1970 tehtaan tuotanto oli:

	<u>1.000 tonnia</u>
Harkkorautaa	57
Teräslevyjä	360
Teräsaihioita	240
Muita tuotteita	60
Yhteensä	<u>717</u>



Rautaruukin tehtaan laajennuksen jälkeen on tavoitteena v. 1980 tuottaa 1,5 milj. tonnia raakaterästä, minkä seurauksena Rautaruukin teollisuussataman liikenne etenkin raaka-aineiden (rikasteen, kalkkikiven ja kivennäisöljyn ym.) tuonnin osalta tulevaisuudessa lisääntyy huomattavasti. Myös Rautaruukin maakuljetukset lisääntyvät runsaasti tehtaan laajennushankkeen toteuduttua. Rautaruukin vuotuiset rautatiekuljetukset ovat jo nykyisin huomattavat, sillä ne ovat lähes 8 % valtionrautateiden tavarakuljetuksesta (Nuutinen 1969, s. 31-32). Lisäksi on mahdollista, että tulevaisuudessa kuljetetaan huomattavia määriä rautarikastetta Neuvostoliitosta (Kostamus) Rautaruukin tehtaalle.

Pohjois-Suomen metalliteollisuus käsittää Rautaruukin ohella mm. Outokumpu Oy:n Kokkolan ja Tornion tehtaat, joissa jalostetaan muut kaivoksista nostetut metallit. Lisäksi on huomattavaa metallituote- ja konepajateollisuutta Pietarsaareissa, Raahessa, Vaasassa, Lapualla ja Iisalmissa.

Kemian teollisuudella on Pohjois-Suomessa kaksi keskus- ta, Kokkola ja Oulu. Kyseisten teollisuuslaitosten, Rikkihappo Oy:n (Kokkola) ja Typpi Oy:n (Oulu) tuotanto, joka v. 1969 oli yhteensä n. 900.000 tonnia käsittäen mm. lannoitteita ja rikki- ja typpihappoa meni lähes kokonaan kotimaahan. Suunnitteilla olevan tuotannon lisäksi kuitenkin markkinoitaneen ulkomaille.

Muun teollisuuden merkitys Pohjois-Suomen satamien käytön kannalta on suhteellisen pieni. Vuosina 1970 ja 1971 on keskisuudessa ja pienteollisuudessa syntynyt 2.000-3.000 uutta työpaikkaa kehitysaluepoliittisten toimenpiteiden (etenkin Kehitysaluerahasto Oy:n) myötävaikutuksella. Pohjois-Suomen merikuljetusten kannalta tällä ei kuitenkaan ole mainittavaa merkitystä, koska nämä työpaikat yleensä tuottavat pitkälle jalostettuja, keveitä tuotteita.

## 2 LIIKENNEVERKOT

## 2.1 Meriväylät

Maamme meriväyläverkon muodostavat rannikon suuntaiset ns. rannikkoväylät ja satamiin johtavat tuloväylät, jotka alkavat joko suoraan avomereltä tai rannikkoväylältä. Pohjois-Suomen satamien tuloväylien nykyiset kulkusyvytykset ovat:

	<u>m</u>		<u>m</u>
Tornio	7,3	Himanka	3,3
Kemi (Ajos)	8,0	Kokkola	9,25
Veitsiluoto	5,8	Pietarsaari	7,4
Martinniemi	5,4	Munsala	7,0
Virpiniemi	8,0	Vaasa	8,0
Pateniemi	7,0	Kronvik	4,4
Oulu	8,0	Kaskinen	8,0
Raahe (Lapaluoto)	7,5	Kristiinankaupunki	6,1
Rautaruukki	7,5	Merikarvia	3,4
Kalajoki	5,1		

Väylän syvyyden ohella on sen leveydellä, suorudella ja turvalaitteilla erityinen merkitys väylän turvallisuudelle.

Rannikkojemme mataluudesta ja karikkoisuudesta johtuen on väylien rakentaminen vaikeaa. Väylät on yleensä jouduttu johtamaan pitkin luonnon syvänteitä, jotta ruoppauksia tarvittaisiin mahdollisimman vähän. Väylästä on tullut usein mutkaisia ja kapeita, ja niiden merkitseminen on lisäksi usein puutteellista. Seurauksena ovat olleet toistuvat haverit. Väylilläämme tapahtuu karilleajo tai pohjakosketus keskimäärin jokaista 700 satamaan saapunutta alusta kohti (Sirvio 1971, s. 9).

Haverit vuosina 1966-1970 olivat merenkulkuhallituksen vaikeusastejaottelun mukaan (taul. 4 ):

Taulukko 4. Merionnettomuudet vahinkojen vaikeusasteen mukaan

Vaikeusaste	1966	1967	1968	1969	1970
	havereita, kpl				
Ei vahinkoa	10	13	9	6	11
Vähäinen vahinko	29	24	25	25	20
Melkoinen vahinko	10	14	23	19	23
Hylky	1	2	4	1	2
Yhteensä	50	53	61	51	56

Onnettomuuksien (haverien) kokonaismäärä on vuosittain kasvanut vain lievästi, mutta suurehkot vahingot ovat selvästi lisääntyneet.



Onnettomuudet tapahtuvat usein suhteellisen kaukana väylän keskilinjalta, jolloin pääsyynä on väylän puutteellinen merkittäminen.

Alusten koko on viime vuosina nopeasti kasvanut. Kun suurimpien kuivalastialusten vaatima väylän kulkusyvyys oli maassamme vielä pari vuosikymmentä sitten 7,3 m ja säiliöalusten 9,0 m, ovat vastaavat syvyydet nykyisin 9 - 10 m ja 10 - 15 m.

Alusten koon ohella on niiden nopeus kasvanut. Lisäksi on merikuljetusten määrä nopeasti kasvanut, ja niiltä edellytetään lisääntyvästi ympärivuotisuutta, tiheitä vuoroja ja aikataulun noudattamisen tarkkuutta. Öljyn jakelukuljetuksissa siirryttäneen yhä enemmän käyttämään 10 metrin kulkusyvyisiä aluksia, mikä edellyttää tärkeimpiin öljysatamiin johtavien väylien syventämistä. Siten ovat vaatimukset väyliemme parantamiseen jatkuvasti lisääntyneet.

Merenkulkuhallitus on laatinut laajan meriväylien rakentamis- ja parantamishjelman, josta pieni osa on jo toteutettu tai työn alla, mutta valtaosa on tekemättä. Ohjelman toteuttamiskustannuksiksi on arvioitu 300 - 500 milj.mk. Taulukossa 5 on esitetty merenkulkuhallituksen rakenteilla olevat ja suunnitellut väylätyöt. (Navigator 12/1970). Taulukossa mainittuihin summiin eivät sisälly väylien turvalaitteet, jotka em. artikkelin mukaan tulevat maksamaan lisäksi 40 milj.mk.

Taulukko 5. Merenkulkuhallituksen rakenteilla olevat ja suunnitellut väylätyöt

Väylä		Kulkusyvyys, m		Kustannusarvio milj. mk
		nykyinen	suunniteltu	
Rakenteilla v. 1975 mennessä	Haminan läntinen	7.3	9.0	2.7
	Orrengrund-Kotka/Hamina	9.0	10.0	45.0
	Kalbådagrund-Sköldvik	13.5	15.0	45.0
	Helsingin väylät	9.6	10-11	4.0
	Pohjanpitäjänlahden väylä	-	4.8	0.6
	Utö-Hanko talviväylä	7.3	9.0	23.0
	Hanko-Porkkala talviväylä	5.5-8.5	9.0	65.0
	Utö-Naantali	10.0	10.0	17.0
	Turku-Tukholma	9.0	9.0	4.0
	" rinnakkaisväylä	-	7.3	3.0
	Kustavi-Långnäs, lauttav.	4.5	5.5	0.5
	Lövsjär-Isokari	9.0	10.0	3.0
	Uudenkaupungin väylä	9.0	9.5-10.0	4.0
	Rauman etel. talviväylä	-	9.0	25.0
	Mäntyluodon väylä	8.0	9.0	2.0
	Tahkoluodon väylä	9.5	10.0	3.0
	Kristiinankaupungin pohj.	-	10.0	2.0
	Munsalan väylä	7.0	8.0	1.5
	Pietarsaaren väylä	8.0	10.0	5.0
	Kokkolan väylä	9.2	9.5-10.0	11.0
	Kemin väylä	8.0	10.0	4.0
	Oulu-Kemi, rannikkoväylä	8.0	10.0	3.0
V. 1976 jälkeen aloit.	Loviisan väylä	7.3	8.5	9.0
	Pellingin kaakkoispuoli	-	9.0	6.0
	Kaskisten uusi väylä	-	10-11	4.0
	Ritgrundin väylä	4.8	8.0	45.0
	Raahen väylä	7.5	9.0	20.0
	Tornion väylä	7.3	9.0	7.0
	Mäntyluodon aallonmurtaja			15.0
Yhteensä				n. 380



Merenkulkuhallituksen väyläohjelman toteuttaminen on alkanut etelästä, jossa liikenne on vilkkainta. Toiminta on siirtymässä osittain myös pohjoisille väylille. Toistaiseksi ei ole olemassa riittäviä väyliä liikenne- ja taloudellisuusselvityksiä, joiden avulla väylähankkeiden kannattavuus voitaisiin määritellä ja asettaa hankkeet kiireellisyysjärjestykseen. Varat joudutaan siten aluksi suunnitamaan sellaisiin kohteisiin, joissa tarve näyttää olevan ilmeisin.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti niitä Pohjois-Suomen väylähankkeita, jotka merenkulkuhallituksen ohjelmassa on merkitty alkaviksi vuoteen 1975 mennessä.

Pietarsaaren väylän kulkusyvyys on mereltä Ädön ankkuripaikalle 8,0 m ja siitä satamaan 7,4 m. Väylän suulla olevan vaarallisen matalikon poistamisen jälkeen väylä voidaan johtaa Ädön ankkuripaikalle 8,5 - 9,0 metrin kulkusyvyyteen.

Kokkolan Ykspihlajan tuloväylän nykyinen kulkusyvyys on 9,25 m. Väylä on etenkin talvella kapeutensa ja epäselvän merkintänsä vuoksi vaikeakulkuinen ja vaarallinen. Väylän leventämisen yhteydessä kulkusyvyyttä voidaan lisätä 9,5 metriin. Myös väylän merkintää parannetaan oleellisesti.

Kemin Ajokseen johtaa 8 m:n väylä. Se voidaan syventää 10 metriseksi suorittamalla satamanpuoleisessa päässä syventämistöitä ja rakentamalla sen varrelle kaksi majakkaa. Majakkalaiva Kemi, joka on Suomen viimeinen, voidaan tällöin poistaa.

Oulun-Kemin rannikkoväylä on nykyisin 8 m:n kulkusyvyinen. Väylä voidaan pienin ruoppauksin muuttaa 10 m:n syvyiseksi siirtämällä väylä osittain uuteen paikkaan. Väylä levenee samalla ja merkintä parane.

Munsalan Kantlahdessa sijaitsevaan öljyn varmuusvarastoon johtavan väylän kulkusyvyys on 7,0 m. Väylän syventämiseksi tarvitaan sataman suulla olevan matalikkoalueen ruoppaus.

Edellä tarkasteltuja väylähankkeita voidaan pitää lähinnä vanhojen väyliä parantamisena, joskin uusi Oulun-Kemin väylä vain osittain noudattaa nykyistä suuntaa. Täysin uusi väylä on sen sijaan Kristiinan-kaupungin syvä tuloväylä, jonka toteutuminen kytkeytyy voimatalouden sijoittumiseen kyseiselle alueelle. Väylästä voidaan suhteellisen vähin töin saada 10 metrin kulkusyvyinen.

Yksityisistä väylistä on Veitsiluodon tuloväylän syventäminen 8,2 metrin harausvyyteen käynnissä Veitsiluoto Oy:n toimesta. Työn valmistuttua v. 1972



on jäänmurtaaja-avustus väylällä nykyisiä jäänmurtaajia käyttäen mahdollista.

## 2.2 Satamat

### 2.2.1 Satamien nykytila

Seuraavassa käsitellään Pohjois-Suomen tärkeimpien satamien teknillisiä ominaisuuksia ja kehittämissuunnitelmia. Käsittely perustuu lähinnä v. 1970 suoritettuun satamainventointikyselyyn ja sen myöhempiin tarkistuksiin. Lähemmin tarkasteltaviksi on otettu Tornio, Kemi (Ajos), Veitsiluoto, Oulu, Raahe (Lapaluoto), Rautaruukki, Kokkola, Pietarsaari, Vaasa ja Kaskinen. Ensin esitetään karttapiirroksia (kuvat 10 - 17) kustakin satamasta, ja sen jälkeen satamia käsitellään asiaryhmittäin seuraavassa järjestyksessä:

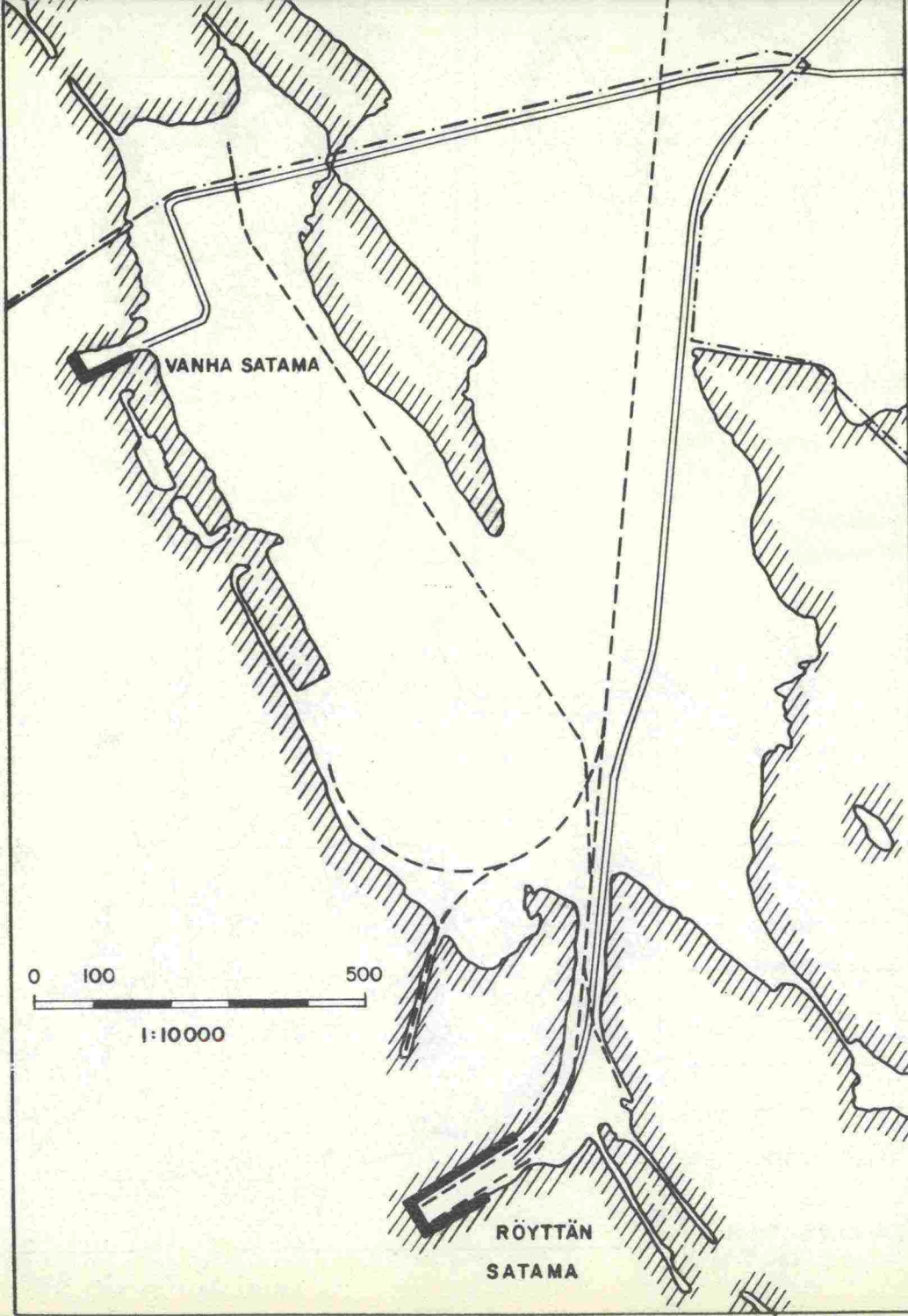
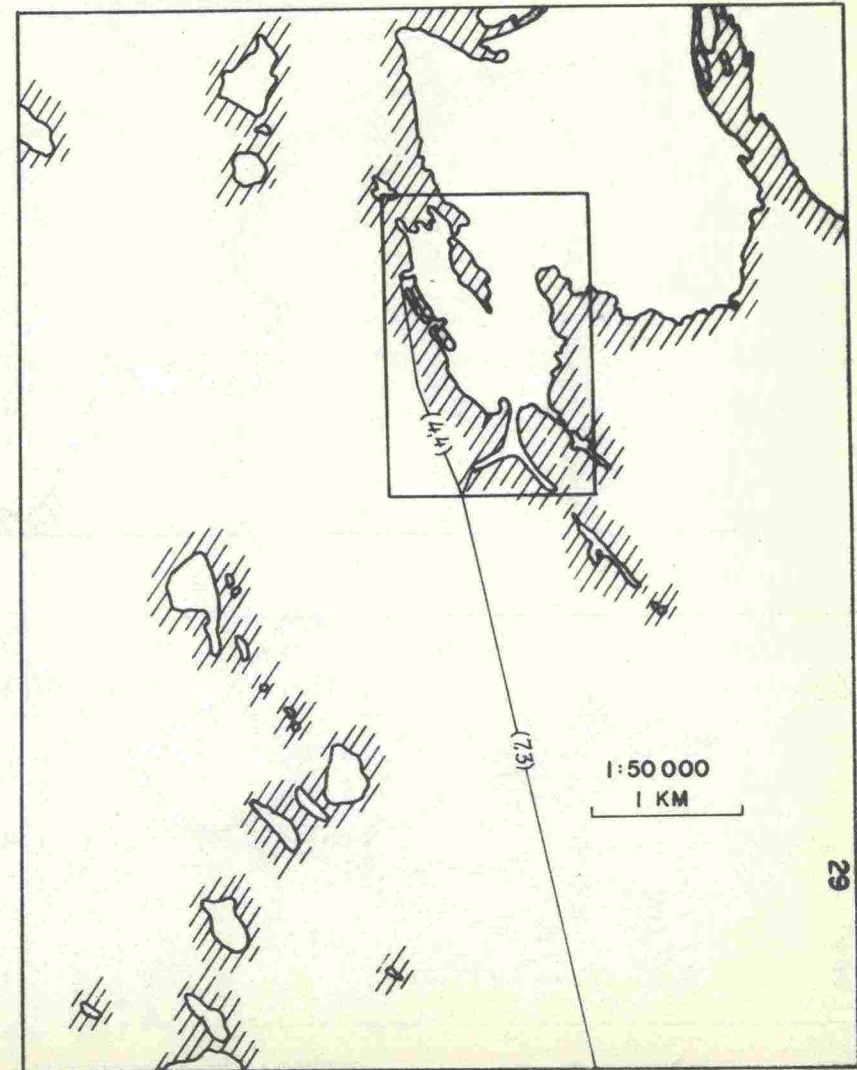
- Maa- ja vesialueet
- Laiturit
- Peräporttipaikat
- Varastot ja varastoalueet
- Raiteistot
- Nosturit
- Muut kuormausvälineet
- Satamajäänmurtaajat.

Seuraavassa selostetaan em. satamien omia kehittämissuunnitelmia. Lopuksi esitetään taulukon muodossa Pohjois-Suomen muiden satamien nykytila. Nämä satamat ovat Kristiinankaupunki, maalaissatamat Kalajoki, Himanka ja Merikarvia sekä teollisuussatamat Martinniemi, Kronvik ja Pateniemi.

KUVA 10  
TORNION SATAMA

SELITYKSET:

-----	SATAMA ALUEEN RAJA
-----	RAUTATIE
=====	MAANTIE
	RANTAVIIVA JA LAITURI
—(73)—	VÄYLÄ

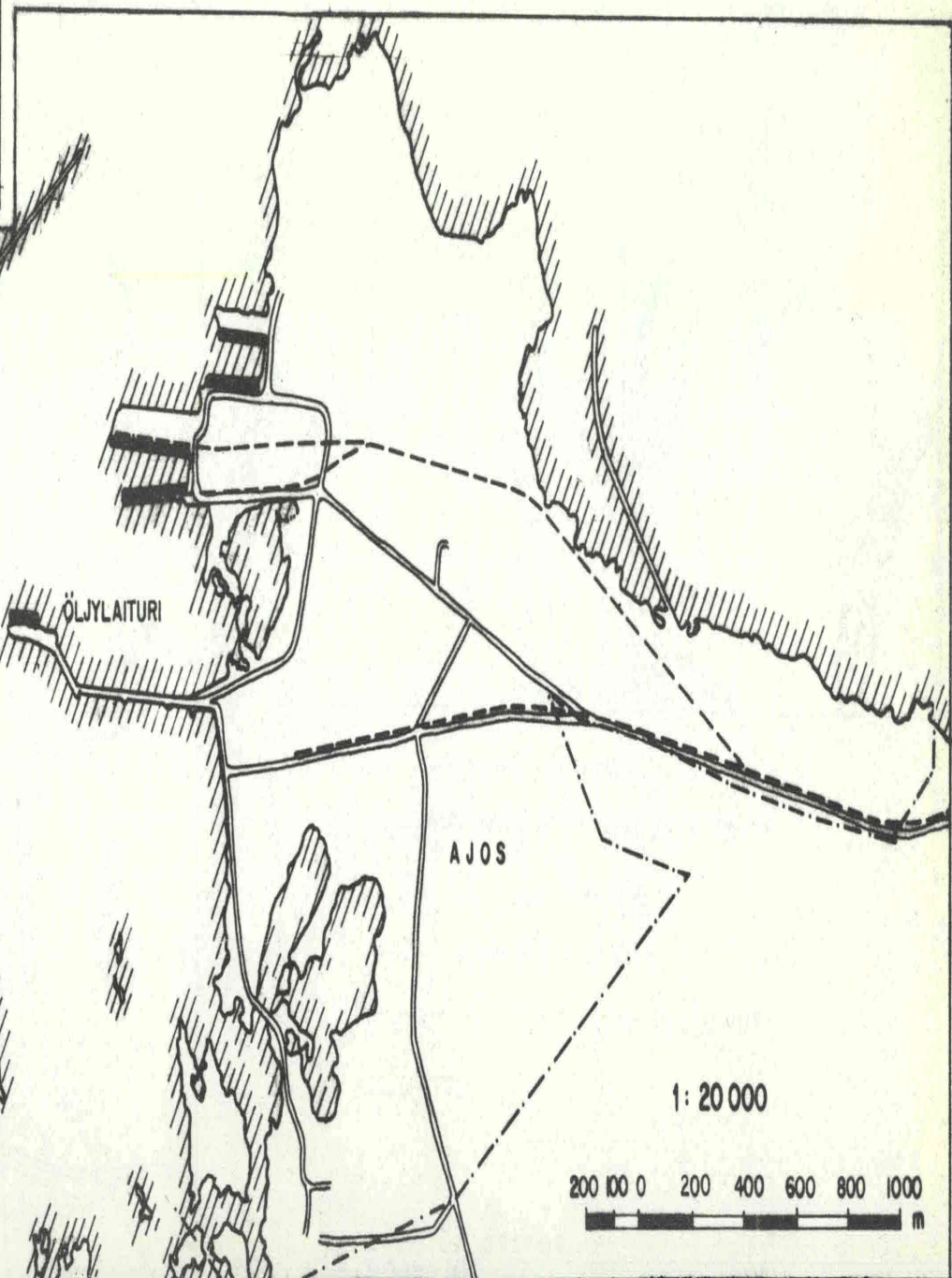
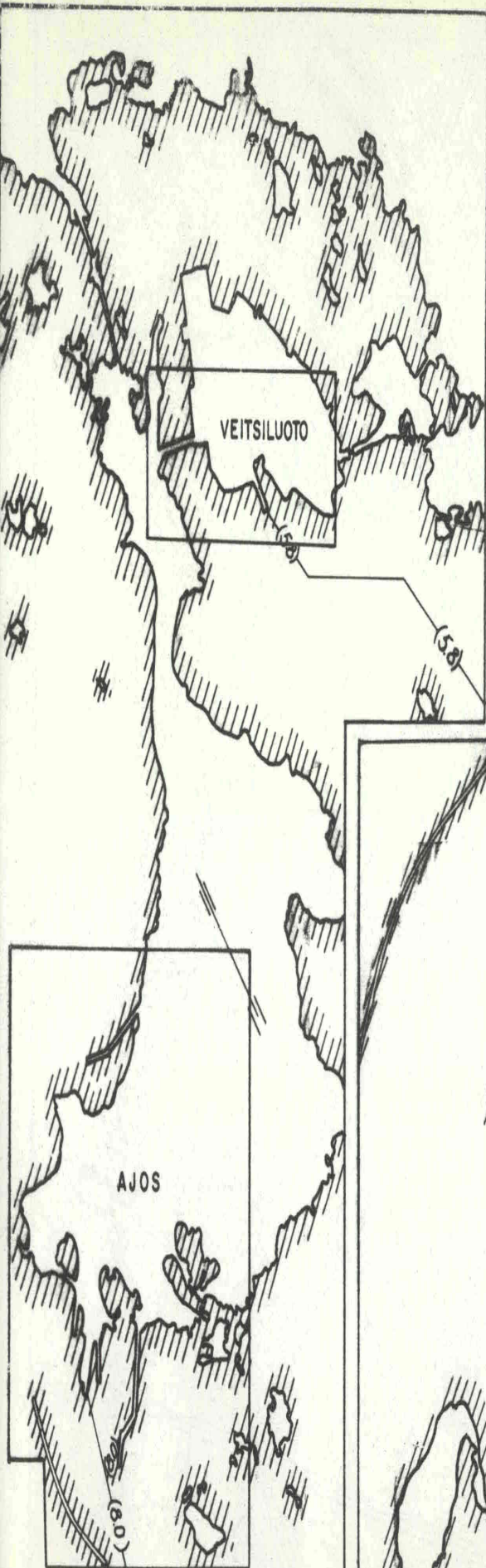
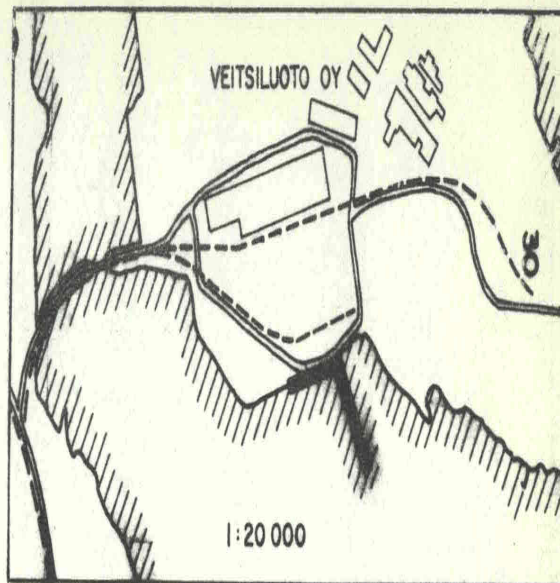




# KUVA 11 KEMIN SATAMA

## SELITYKSET:

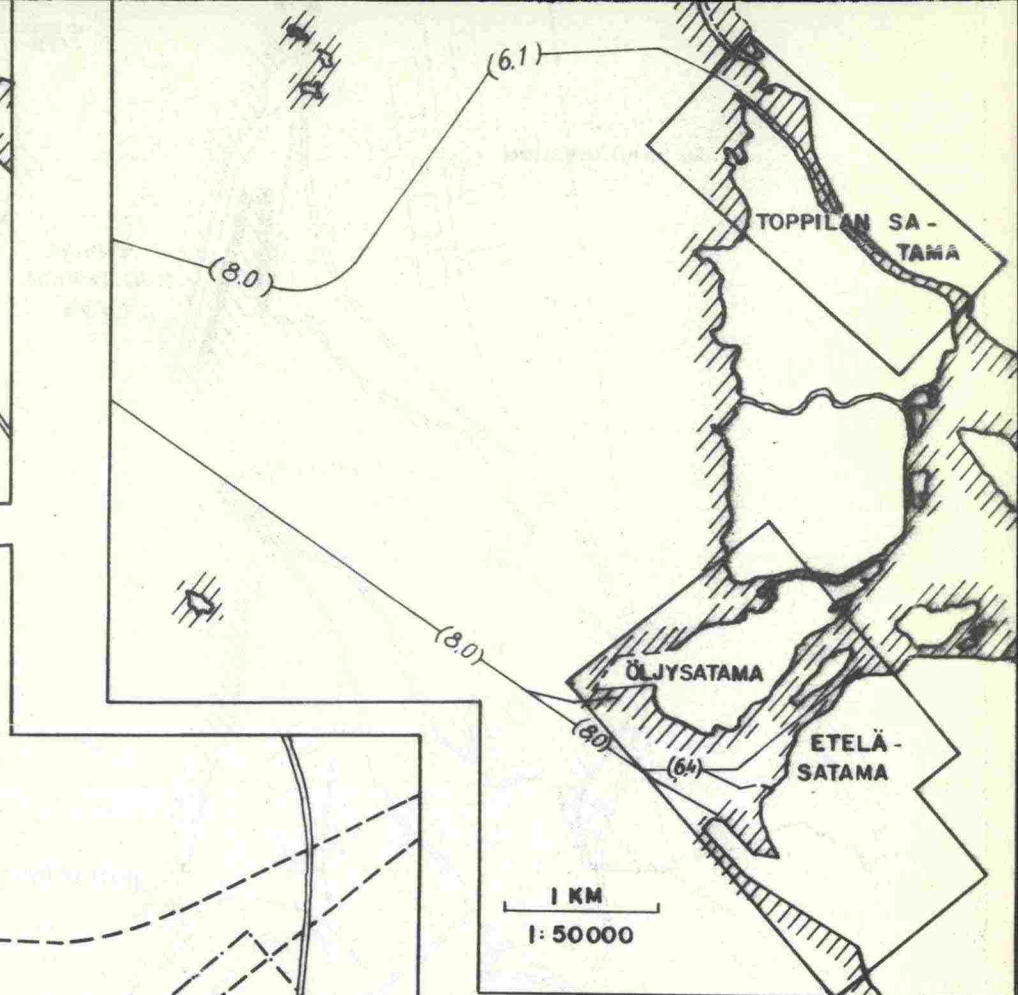
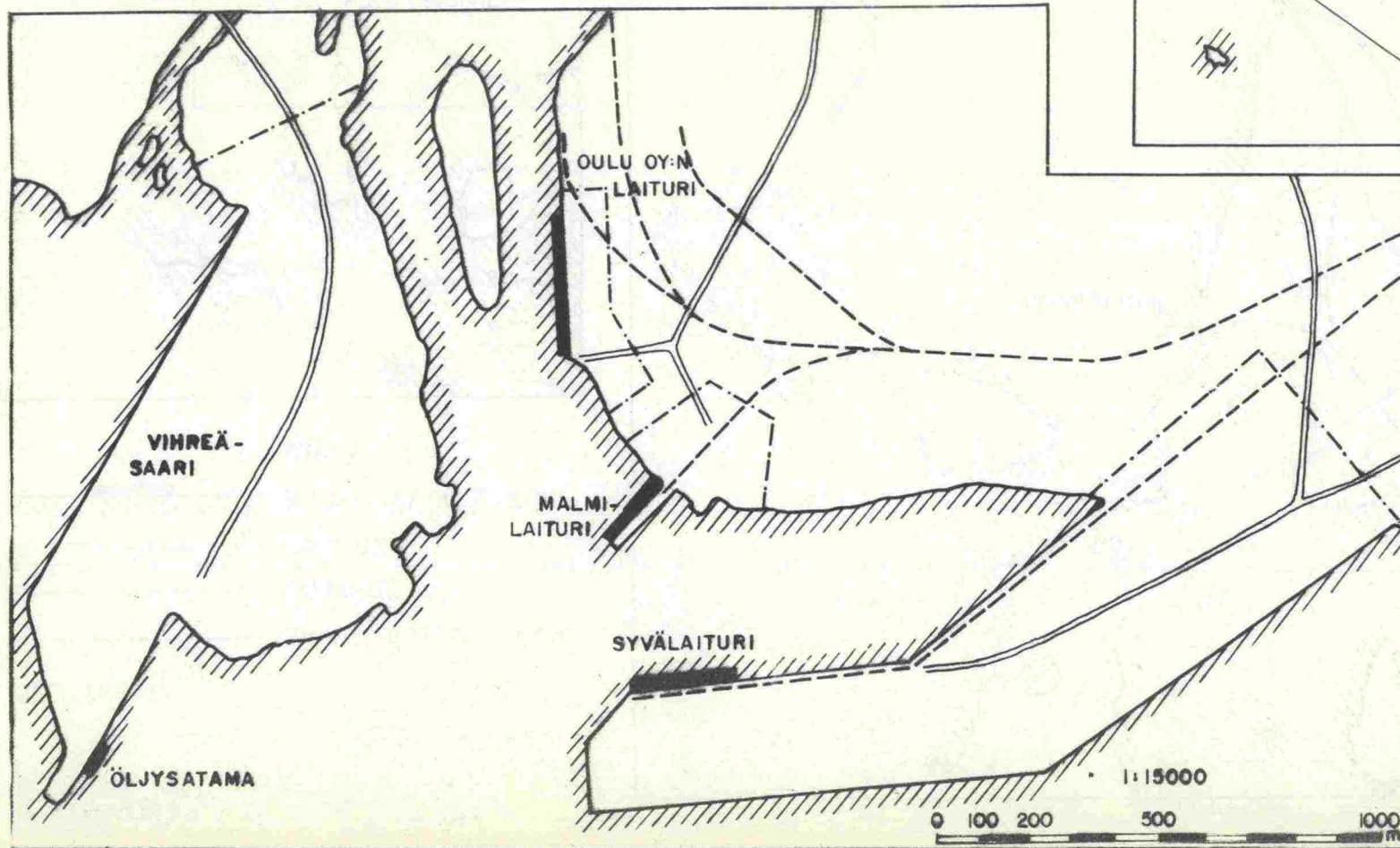
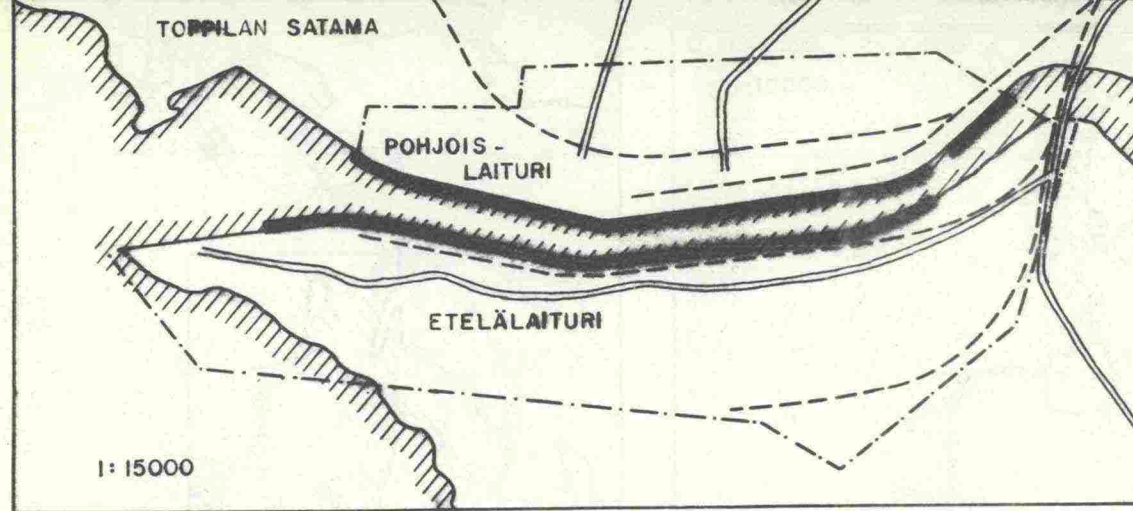
- SATAMA-ALUEEN RAJA
- RAUTATIE
- ===== MAANTIE
- ////// RANTAVIIVA JA LAITURI
- (8.0)— VÄYLÄ



1:50 000

1 KM





KUVA 12  
OULUN SATAMA

SELITYKSET:

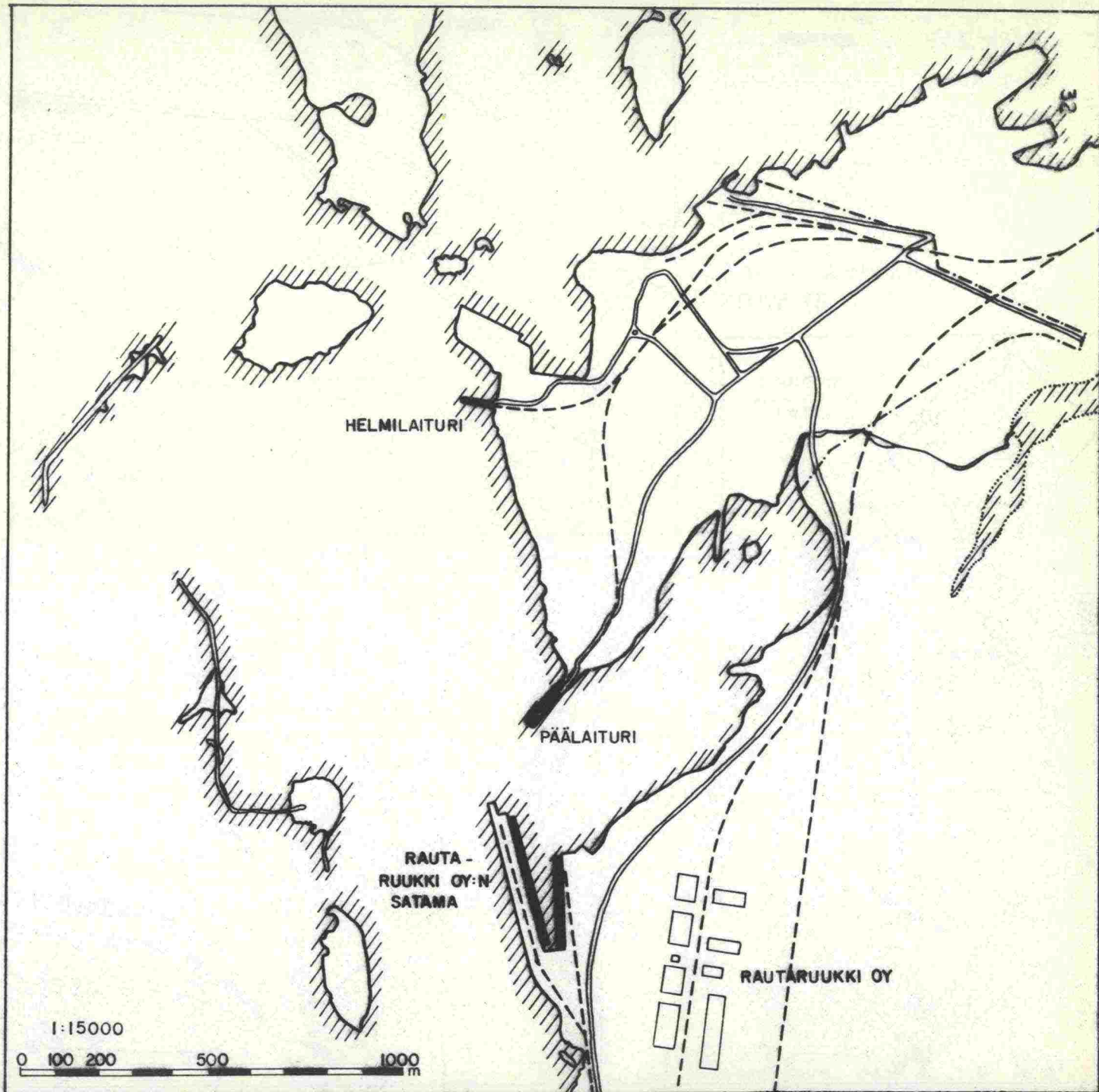
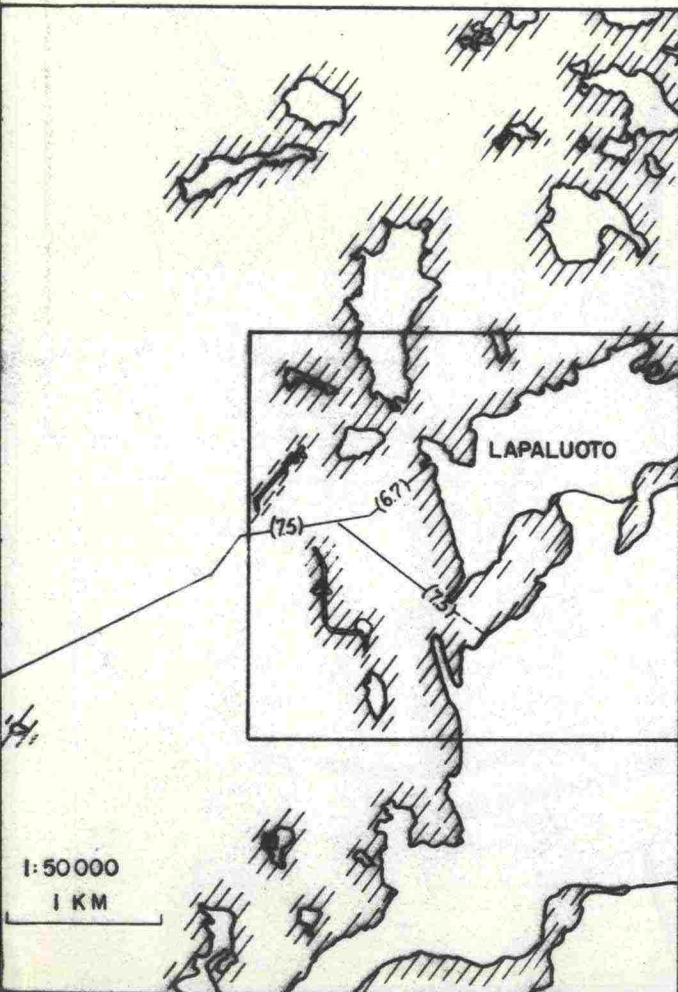
- SATAMA-ALUEEN RAJA
- RAUTATIE
- ===== MAANTIE
- ////// RANTAVIIVA JA LAITURI
- (8.0) VÄYLÄ



**KUVA 13**  
**RAAHEN SATAMA**

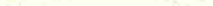

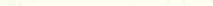


**SELITYKSET:**

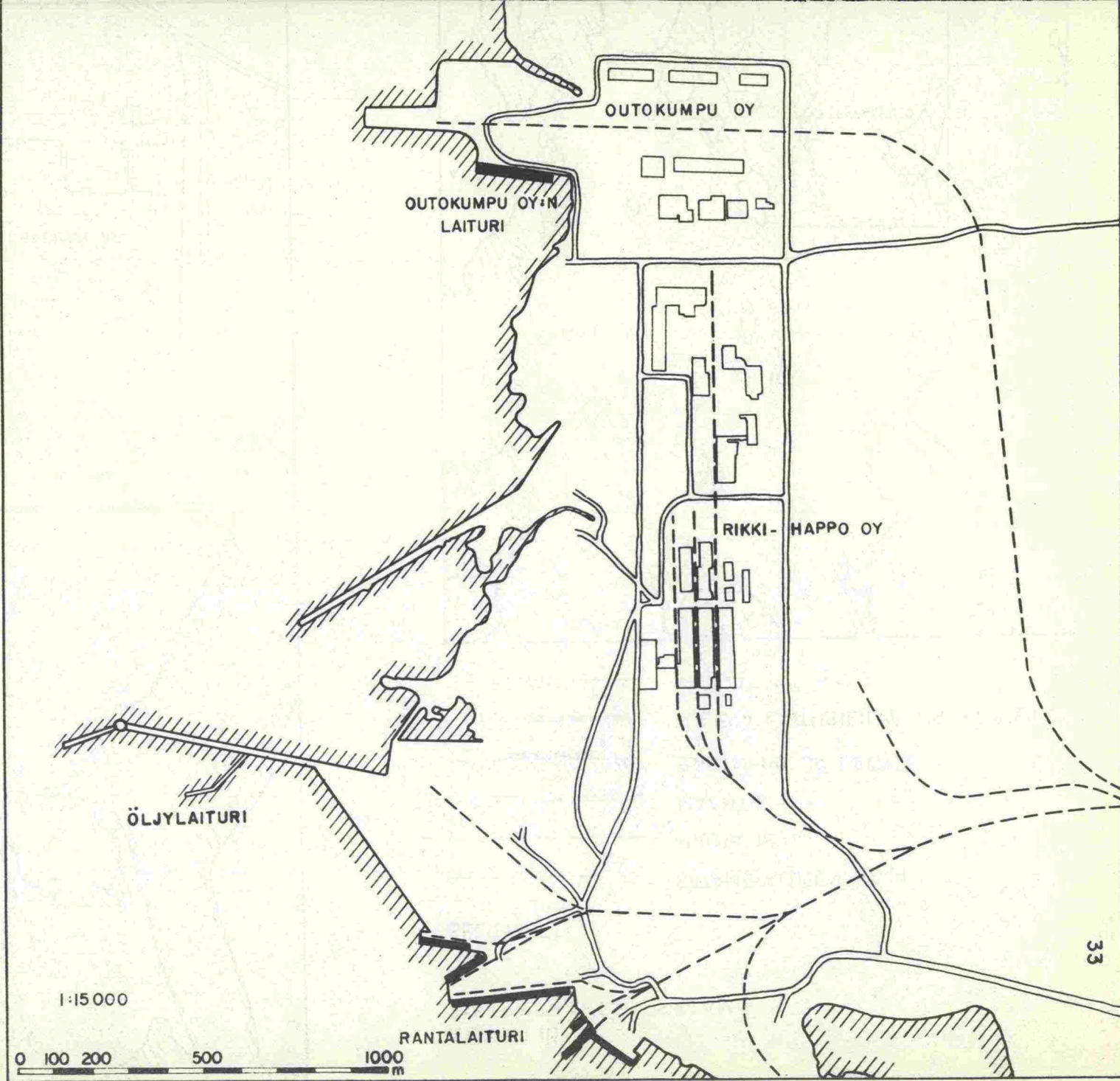
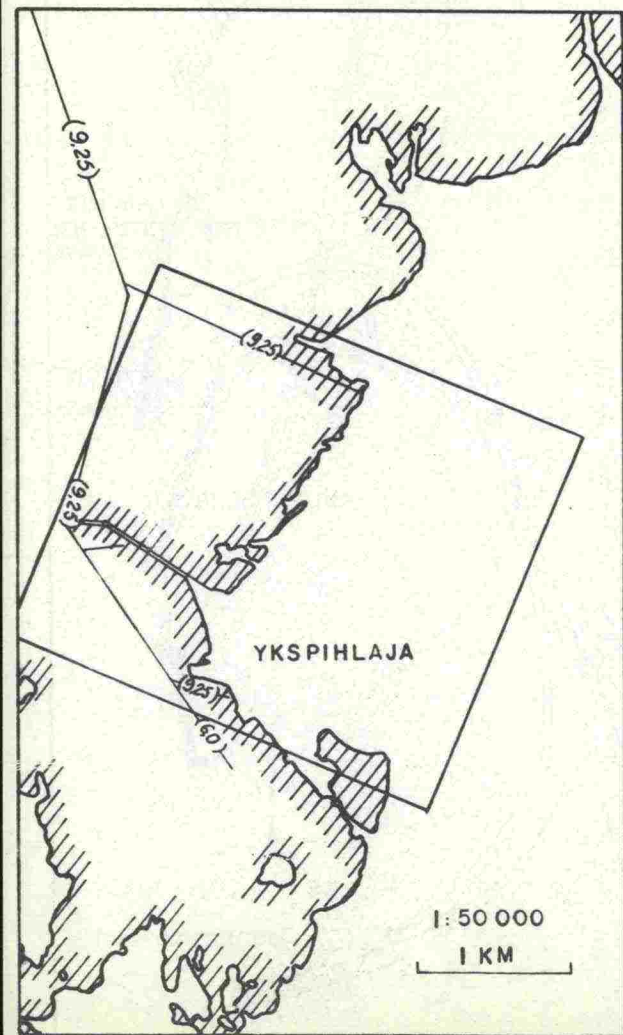
- SATAMA-ALUEEN RAJA
- RAUTATIE
- ===== MAANTIE
- ////// RANTAVIIVA JA LAITURI
- (75) VÄYLÄ





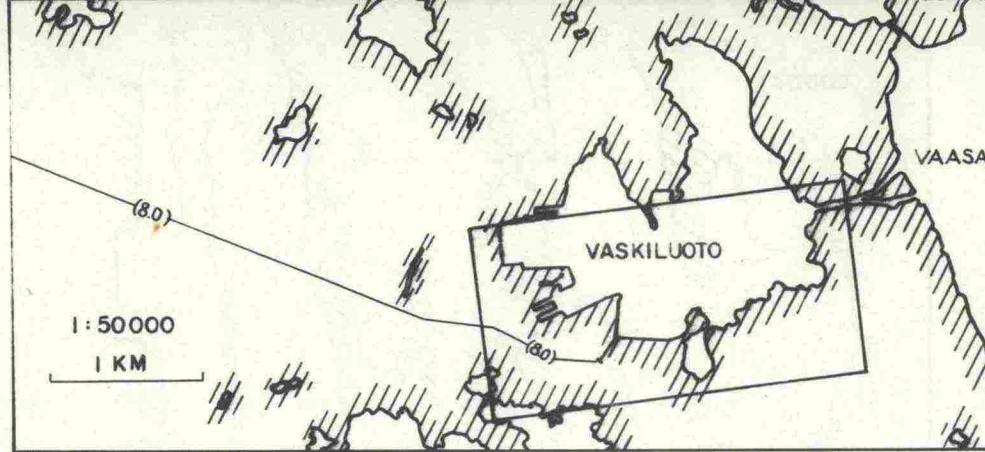
**SELITYKSET:**

- |  |                       |
|--|-----------------------|
|  | SATAMA-ALUEEN RAJA    |
|  | RAUTATIE              |
|  | MAANTIE               |
|  | RANTAVIIVA JA LAITURI |
|  | VÄYLÄ                 |





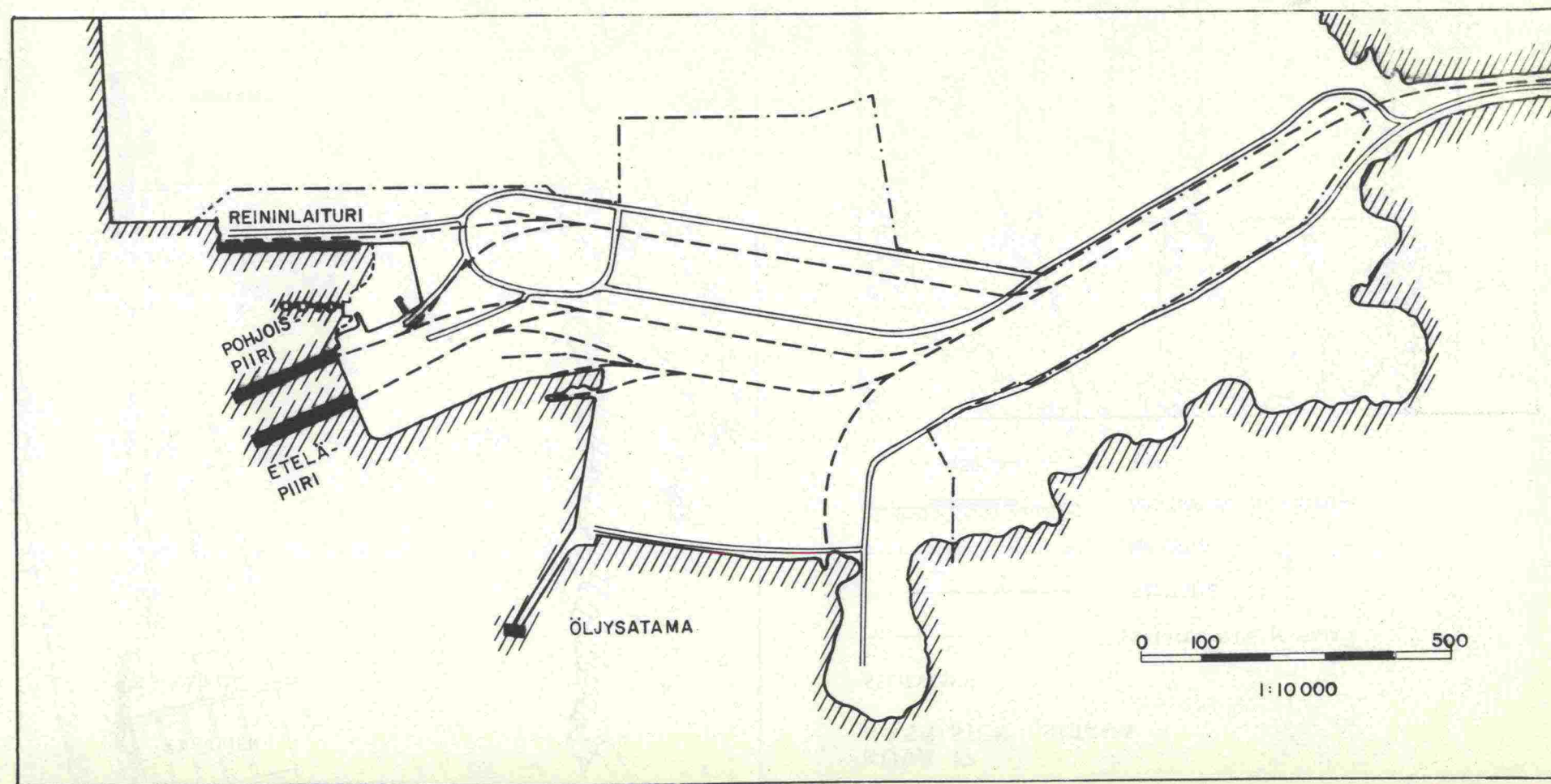




# KUVA 16 VAASAN SATAMA

SELITYKSET :

- SATAMA-ALUEEN RAJA
- RAUTATIE
- ===== MAANTIE
- ////// RANTAVIIVA JA LAITURI
- (80) ----- VÄYLÄ

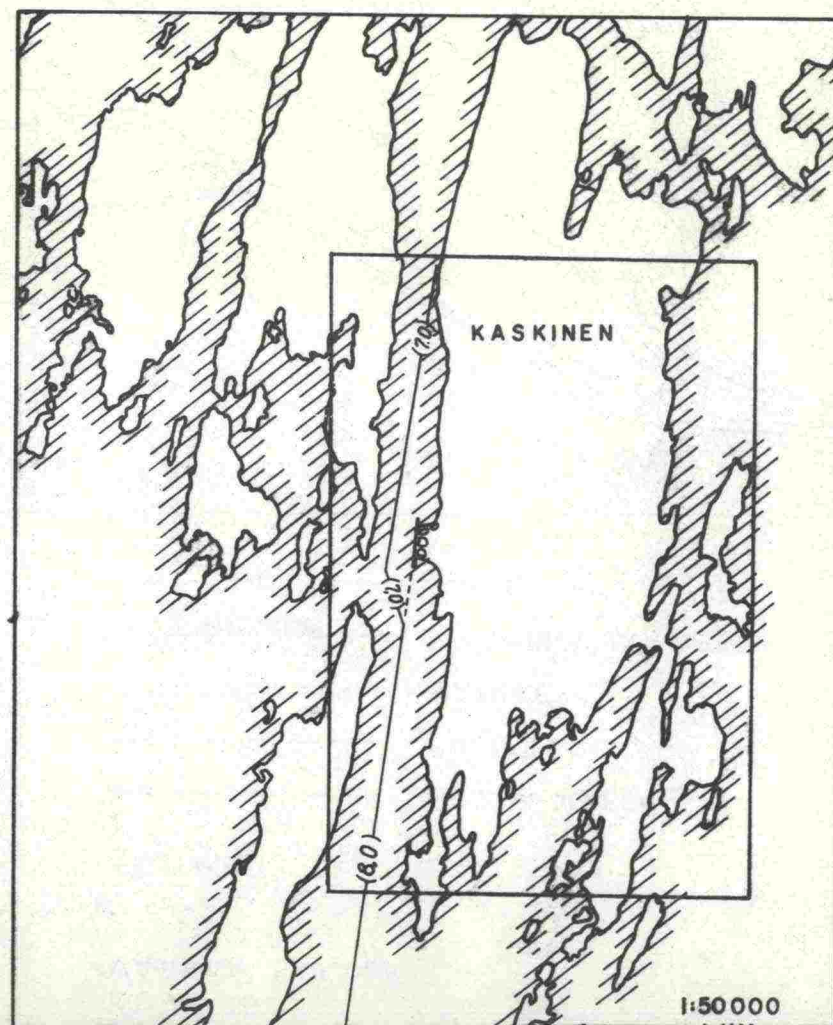
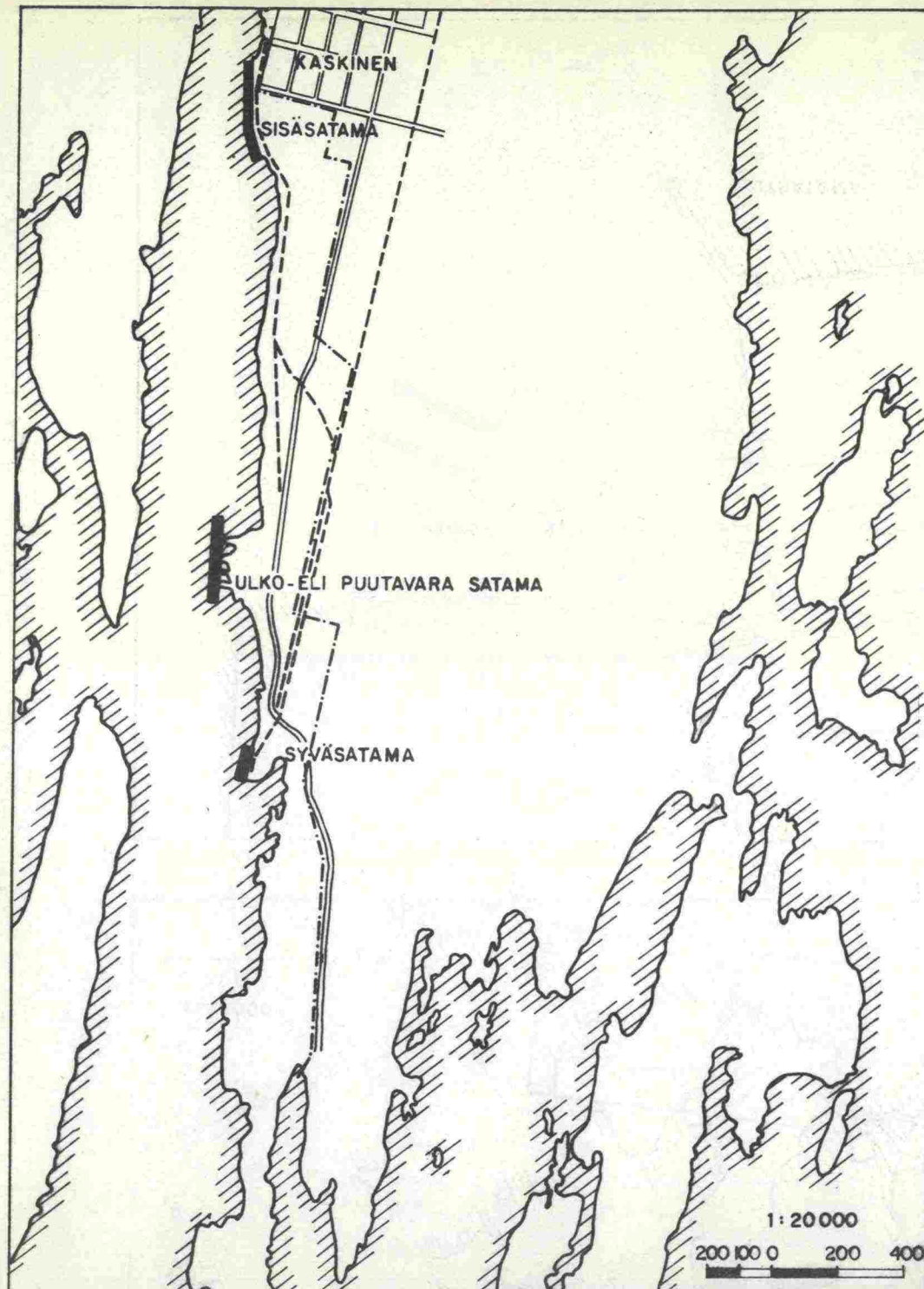




# KUVA 17 KASKISTEN SATAMA

## SELITYKSET:

-----	SATAMA-ALUEEN RAJA
-----	RAUTATIE
=====	MAANTIE
////	RANTAVIIVA JA LAITURI
—(8.0)—	VÄYLÄ



Maa- ja vesialueet. Satamien hallintaan kuuluvien maa- ja vesialueiden määrät on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Satamien hallinta-alueet

Satama	Koko maa-alue	Kuivalastilii- kennettä palve- leva maa-alue	Vesialue
	ha		
Tornio	58	58	670
Kemi (Ajos)	290	245	480
Veitsiluoto	27	27	509
Oulu	223	154 <sup>1)</sup>	2.850
Raahe (Lapaluoto)	60	60	2.700
Rautaruukki	11	11	15
Kokkola	359	73	762
Pietarsaari	22	22	280
Vaasa	79	50	66
Kaskinen	150	86	500

Laiturit. Taulukossa 7 on esitetty vähintään 4 metrin syvyisten laiturien määrä satamittain laiturin syvyyden mukaan ryhmiteltynä. Vastaavat tiedot sisältyvät kuvaan 18.

Taulukko 7. Laiturit, syvyys vähintään 4 m

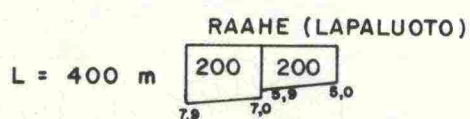
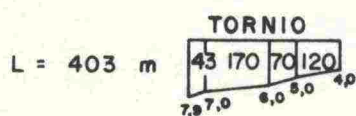
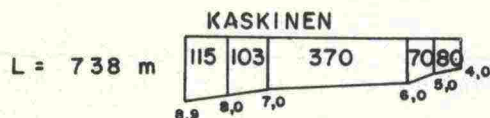
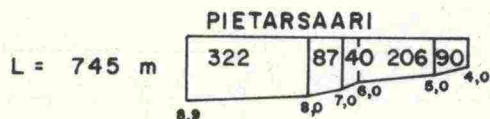
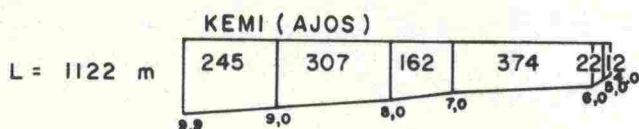
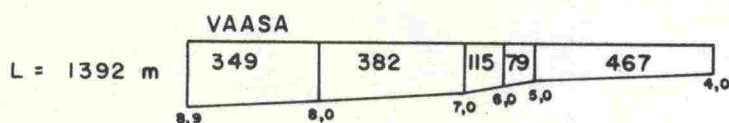
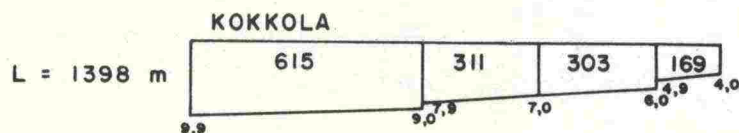
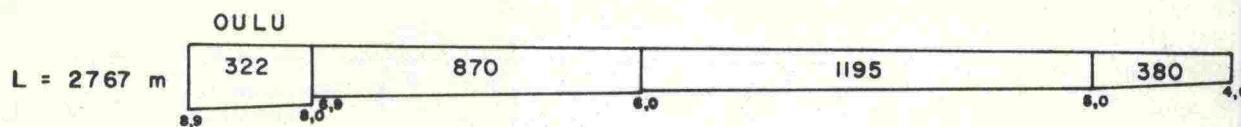
Satama	Laiturin syvyys, m						Yhteensä
	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9	8,0-8,9	9,0-	
	laiturin pituus, m						
Tornio	120	70	170	43	-	-	403
Kemi (Ajos)	12	22	374	162	307	245	1122
Veitsiluoto	-	55	520	-	-	-	575
Oulu	380	1195	870	-	322	-	2767
Raahe (Lapaluoto)	-	200	-	200	-	-	400
Rautaruukki	-	57	-	175	-	425	657
Kokkola	169	-	303	311	-	615	1398
Pietarsaari	90	206	40	87	322	-	745
Vaasa	467	79	115	382	349	-	1392
Kaskinen	80	70	370	103	115	-	738

1)

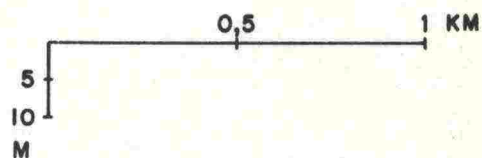
Toppila 89 ha, Oulu Oy 5,6 ha ja Oritkari 59 ha.



# LAITURIPITUUDET ERI VESISYVYYKSILLÄ (VÄHINTÄÄN 4 METRIN SYVYISET LAITURIT)



MITTAKAAVAT:



Oulussa on kokonaislaituripituus selvästi suurempi kuin muissa satamissa. Se koostuu kuitenkin pääasias-  
sa Toppilan sataman suhteellisen matalista laitu-  
reista, joiden käyttöarvoa alentaa kyseisen sataman-  
osan huono soveltuvuus nykyaikaiseen liikenteeseen.

Muutamiin satamiin on rakennettu tuloväylää syvempiä  
laitureita, pitäen silmällä väylän mahdollista tule-  
vaa syventämistä. Tällaisia laitureita ovat mm. yli  
9 metrin syvyiset laiturit Ajoksen ja Rautaruukin  
satamissa.

Peräporttipaikkoja on tällä hetkellä Pohjois-Suomen  
satamissa seuraavasti:

Oulu	1
Pietarsaari	1, lisäksi 1 paikka rakenteilla
Vaasa	3

Ajokseen on peräporttipaikka suunnitteilla. Lisäksi  
on Vaasaan suunniteltu yhtä uutta paikkaa korvaamaan  
yhdessä nykyisistä, joka jää varapaikaksi.

Varastoja ja varastoalueita on eri satamissa taulu-  
kon 8 osoittamat määrät.

Taulukko 8. Varastot ja varastoalueet

Satama	Tavarasuojia ja -makasiineja	Tavaraka- toksia	Avovarasto- aluetta
		2 m	
Tornio	450	-	52.000
Kemi (Ajos)	13.100	-	80.000
Veitsiluoto	38.145 <sup>1)</sup>	6.360	27.900
Oulu	27.362 <sup>2)</sup>	-	243.000
Raahe (Lapaluoto)	-	-	162.700
Rautaruukki	-	200	18.200
Kokkola	1.000	-	400.000
Pietarsaari	7.475	-	61.900
Vaasa	1.300	300	111.000
Kaskinen	4.000	14.600	182.000

Raiteistojen ja nosturien sekä muun kuormausvälineis-  
tön määrät satamittain vuoden 1970 lopussa on esitet-  
ty kuvassa 19. Nostureita on Pohjois-Suomen satamissa  
vain 13 kpl, kun niitä maamme merisatamissa on kaik-  
kiaan 205. Autonostureita ja trukkeja sen sijaan on

1)  
Varsinainen satamavarasto 12,810 m<sup>2</sup>, muut varastot (paperi-, selluloosa- ja puutavara-  
varastot) yhteensä 25,335 m<sup>2</sup>

2)  
Toppila 11,362 m<sup>2</sup>, Oulu Oy 10,000 m<sup>2</sup> ja Oritkari 6,000 m<sup>2</sup>



pohjoisissa satamissa suhteellisen paljon: Satamaliittoon kuuluvissa Pohjois-Suomen satamissa niiden määrä on 141 kpl ja merisatamissa yhteensä 860.

Satamajäänmurtajia on Pohjois-Suomen satamissa seuraavasti:

	<u>Määrä, kpl</u>	<u>Koneteho, hv</u>
Tornio	-	-
Kemi (Ajos)	1	500
Veitsiluoto	1	465
Oulu	1	3.600
"	1	400
Raahe (Lapaluoto)	1	150
Rautaruukki	1	620
Kokkola	1	1.400
Pietarsaari	1	425
Vaasa	1	650
Kaskinen	-	-
Yhteensä	9	7.210

#### Satamanpitäjien omat kehittämishankkeet

Tornion sataman kehittämissuunnitelmat keskittyvät nykyisen Röyttän sataman perusparannustyöhön ja sataman tieyhteyden parantamiseen, joka on käynnissä. Sataman laajentaminen ei ole näköpiirissä.

Kemin (Ajoksen) sataman kehittämiseksi kaupunki on teettänyt laajan yleissuunnitelman, jossa on varattu satamatiloja pitkälle tulevaisuuden tarpeita varten. Sataman perusmuodoksi on valittu pistolaiturijärjestelmä, jossa eri tavararyhmät sijoitetaan omille laitureilleen. Satama-alueen pohjois- ja keskiosa on varattu kuivalastisatamille, joka käsittää yksikkö-, joukko- ja puutavarasatamat, ja eteläosa öljysatamalle. Ajoksen lähivuosien investointisuunnitelmiin sisältyy peräporttipaikan ja tarvittaessa malmisataman rakentaminen.

Veitsiluodon satamalle on varattu maa- ja vesialueita tulevia laajennuksia varten. Laajennussuunnitelmiin sisältyy mm. peräporttipaikkojen ja n. 500 metrin pituisen rantalaiturin rakentaminen vientiä varten sekä laiturit kiinteiden ja nestemäisten polttoaineiden tuonnille. Suunnitelmien toteuttamisesta ei ole tehty päätöstä. Sataman tuloväylän parantaminen on käynnissä.

Oulun satamaan on valmistunut Oritkarin syväsataman I vaihe, johon jälkikäteen on rakennettu myös peräporttipaikka. Syväsatama on tarkoitettu yksikkötavaraliikenteen, lähinnä linjaliikenteen käyttöön. Syväsataman yleissuunnitelman toteuttamisen jatkotoimista ei I rakennusvaiheen jälkeen ole tehty päätöstä.

Raahen (Lapaluodon) sataman alustavat kehittämissuunnitelmat tarkoittavat ensi vaiheessa nykyisen päälaiturin kehittämistä mahdollisimman toimintakykyiseksi. Tämän jälkeen on vuorossa uuden laituritilan rakentaminen.

Rautaruukin sataman laajentamisesta ei ole konkreettisia suunnitelmia. Kuitenkin on kaavailtu oman laituri paikan tekemistä öljyaluksille. Liikenteen lisääntyessä on myös varauduttu rakentamaan uutta laituritilaa kuivalastialuksille.

Kokkolan sataman 1960-luvun alussa aloitettu laajennus- ja uudistamisohjelma on toteutettu, lukuunottamatta varastojen rakentamista ja väylän parantamista. Lähivuosina keskitytään uusimaan öljy- ja rikkihappolaituria.

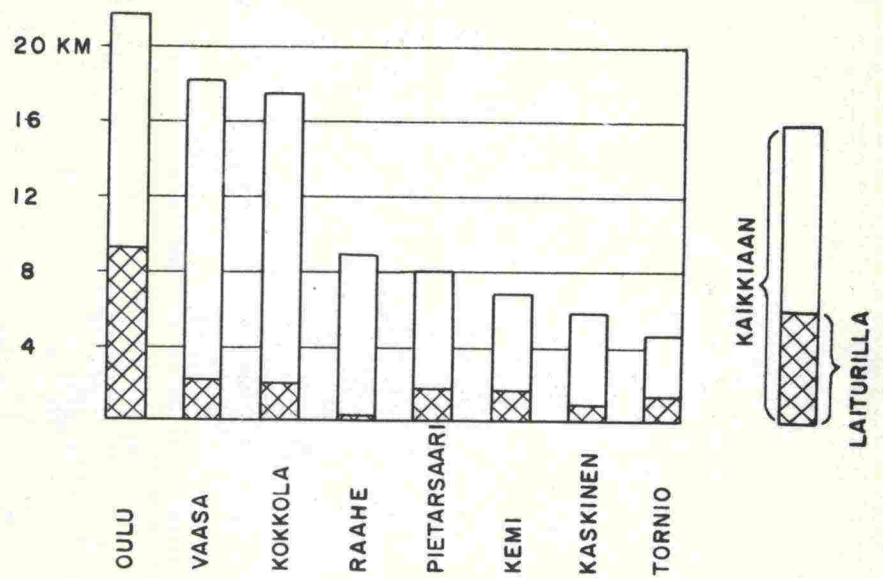
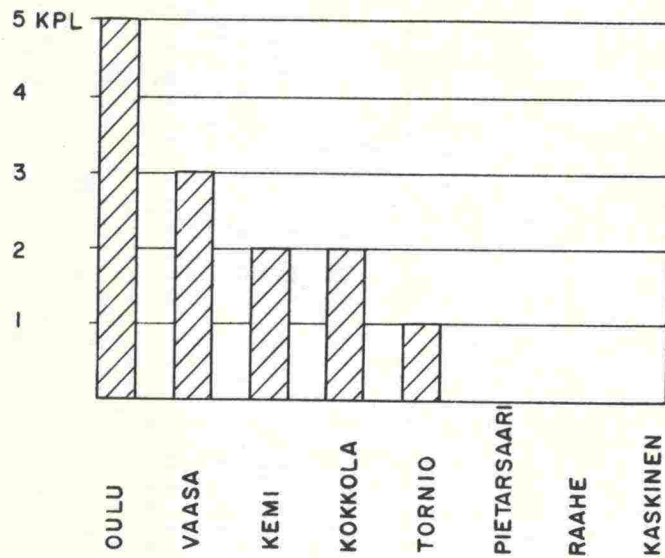
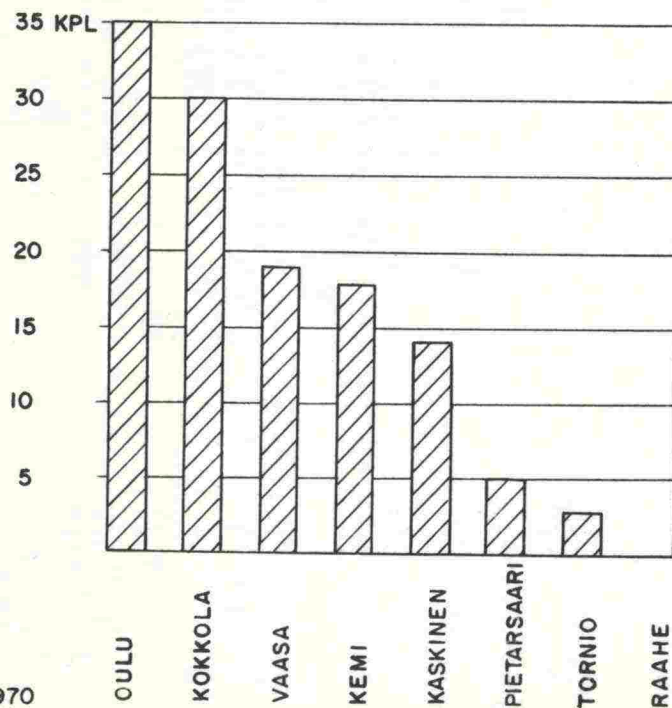
Pietarsaaren satamassa on yksi laivapaikka rakenteilla, minkä jälkeen on tarkoituksena rakentaa uusi lauttapaikka. Sataman pitkän tähtäyksen suunnitelmat merkitsevät tarvittaessa uuden sataman rakentamista Ådön alueelle, josta kaupunki on varannut laajoja maa-alueita tähän tarkoitukseen. Sataman suunnittelu on käynnissä.

Vaasan sataman kehittämistä varten on laadittu yleissuunnitelma, jonka mukaan koko tuleva kehittämistoiminta keskitetään Vaskiluotoon. Ensi vaiheen investointisuunnitelmat sisältyvät kaupungin 10-vuotistaloussuunnitelmaan. Niiden mukaan alkaa uuden terminaalisataman rakentaminen nykyisen sataman eteläpuolelle 1970-luvun puolivälissä.

Kaskisten sataman laitureita on tarkoitus lähitulevaisuudessa uusia ja laajentaa. On myös suunniteltu uuden syväsataman rakentamista Bockholmenin alueelle Kaskisten saaren itäpuolelle, jossa kaupunki omistaa laajoja alueita.

Muut satamat. Taulukkoon 9 on koottu teknillisiä tietoja muutamista Pohjois-Suomen satamista, joita edellä ei ole käsitelty. Näistä ovat yleisiä satamia Kristiinankaupungin, Kalajoen, Himangan ja Merikarvian satamat sekä teollisuussatamia Martinniemen ja Kronvikin (Rauma-Repola Oy) sekä Pateniemen (Oulu Oy) satamat. Pohjois-Suomen erilliset öljysatamat Virpiniemi (Oy Esso Ab) ja Munsala (kauppa- ja teollisuusministeriö) jäävät tämän tarkastelun ulkopuolelle.



RAUTATIE -  
RAITEIDEN  
PITUUSSATAMA -  
NOSTUREIDEN  
MÄÄRÄAUTONOSTU -  
REIDEN JA  
TRUKKIEN MÄÄRÄ  
( YHTEENSÄ )

Taulukko 9. Muut satamat, nykytila

Satama	Vähintään 4 m:n syvyiset laiturit		Varastot ja katokset	Avovarasto- alueet	Nosturit	Muu kuor- mausväli- neistö
	pituus	syvyys				
	m					
Kristiinankaupunki	250	6,1	6,150	100.000	1	9
	75	4,6				
Kalajoki	210	6,0	2,200	60.000	-	2
Himanka	-	-	-	10.000	-	2
Merikarvia	80	5,0	1,400	12.500	-	3
Martinniemi	320	6,3	-	8.000	-	12
Pateniemi	700	6-7	..	..	-	19
Kronvik	60	5,0	-	8.000	-	2

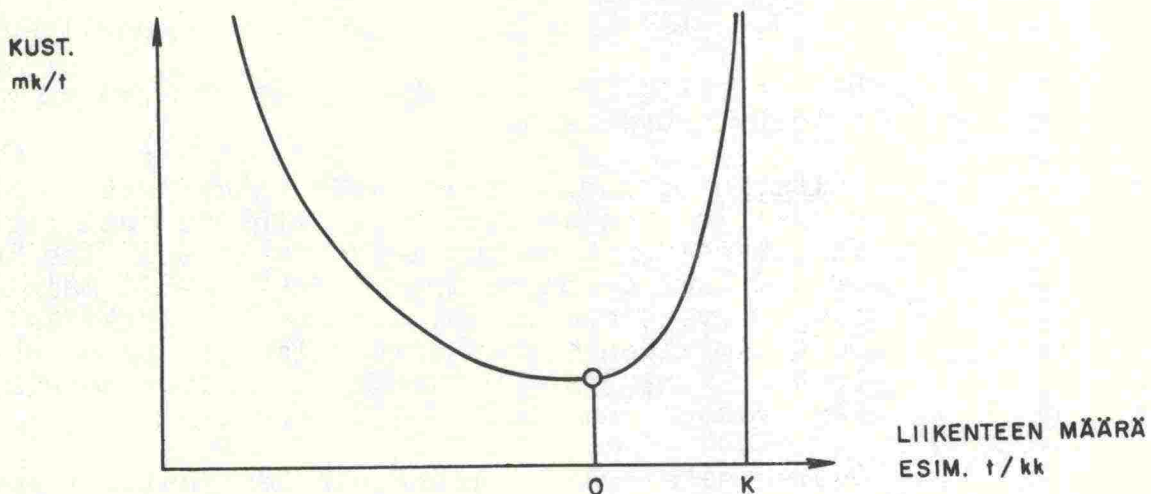
## 2.2.2

## Kuivalastisatamien kapasiteetti

Sataman kapasiteetilla eli teoreettisella enimmäisvälityskyvyllä tarkoitetaan sitä suurinta tavaramäärää tietyssä aikayksikössä (esim. p., kk, v), jonka satama pystyy välittämään jatkuvasti eli kuinka pitkänä ajanjaksona hyvänsä.

Sataman optimaalisella toimintasuhteella eli kustannusminimillä tarkoitetaan sataman tietyssä aikayksikössä välittämää tavaramäärää, joka aiheuttaa pienimmät kustannukset välitettyä tavarayksikköä kohti. Optimaalinen toimintasuhte on normaalisti jonkin verran pienempi kuin kapasiteetti (vrt. kuva 20).

Kuva 20. Sataman kapasiteetti ja kustannusminimi



K = KAPASITEETTI

O = OPTIMAALINEN TOIMINTASUHDE (KUSTANNUSMINIMI)



Sataman kapasiteetti riippuu satamatoiminnan eri vaiheiden osittaiskapasiteeteista. Tällaisia ovat mm. laiturien, varastotilojen, maaliikenneväylien (raiteistot, kadut) sekä työvoiman ja kaluston kapasiteetit. Pienin näistä osittaiskapasiteeteista määrää koko sataman kapasiteetin, ts. kyseinen tekijä muodostaa satamatoiminnan pullonkaulan. Niinikään eri vaiheiden kustannusminimit vaikuttavat koko satamatoiminnan kustannusminimiin, koska koko kustannus on eri toimintojen kustannusten summa.

Satamatoiminnan eri tekijöistä otetaan tässä yhteydessä tarkasteltaviksi seuraavat:

- Laiturit ja laiturikentät
- Varastot ja varastoalueet
- Sataman maa-alue
- Maaliikenneväylät (raiteistot, kadut)

Myös työvoiman tai kaluston puute rajoittaa kapasiteettia useissa satamissa ainakin ajoittain. Näiden tekijöiden merkitystä ei kuitenkaan ole tässä yhteydessä mahdollista esittää numeerisesti.

Laiturit ja laiturikentät. Sataman kapasiteetin riippuminen laitureista on itsestään selvä. Myös laiturikenttien määrä vaikuttaa sataman kapasiteettiin: jos niitä ei ole riittävästi, tavara ja liikenne ruuhkautuvat ja kapasiteetti pienenee. Laiturien ja laiturikenttien välityskyvyn on katsottu riippuvan seuraavista osatekijöistä:

- Laiturin pituus
- Laiturin syvyys
- Laiturikentän leveys
- Laiturin ikä
- Laiturin rajoitettu käyttömahdollisuus

Näiden tekijöiden vaikutus välityskykyyn on määriteltä seuraavassa.

Laiturin pituus. Laiturin välityskyvystä on alan kirjallisuudesta saatavissa vain niukasti tietoja. Yhdistyneiden Kansakuntien julkaisussa "The Turn-around Time of Ships in Port" (YK 1967) mainitaan konventionaalisen sataman "tyyydyttäväksi, muttei millään tavoin erinomaiseksi" tulokseksi 10 t/p. x m, jossa m tarkoittaa laiturimetriä. Tämä vastaa suunnilleen 250 t/kk x m.

Suomen satamissa ei liene minkään yksittäisenkään laiturin kohdalla päästy näin hyviin tuloksiin pitemmän tarkasteluajanjakson, kuten kuukauden aikana, mikä johtuu ennen kaikkea liikenteen epätasaisuudesta. Eräiden Etelä-Suomen tiettyjen

laiturien huippukuukausisaavutukset eivät kylläkään jää kovin kauas tästä, ja parhaimmillaan on em. päivätulos todennäköisesti ylitettykin.

Eräissä kotimaisissa satamaselvityksissä on laiturin välityskyvyksi puunjalosteiden (sahatavara pl.) osalta arvioitu 8 t/p. x m ja sahatavaran osalta 5 t/p. x m. Nämä vastaavat työsaavutuksia, joihin päästään nykyisillä työmenetelmillä.

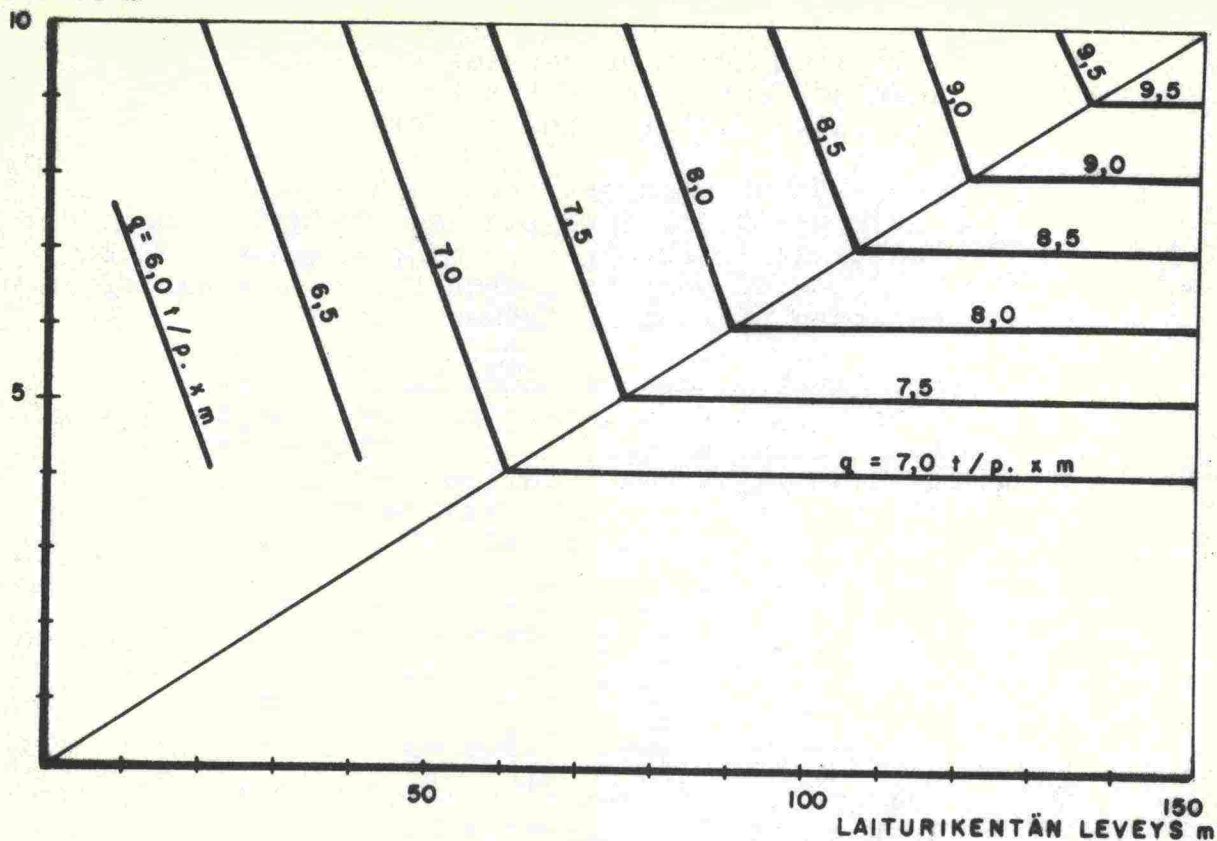
Erilaiset satamatoiminnan häiriötekijät saavat aikaan sen, että satamatyöpäivästä on tehollista työaika vain n. 80 %. Näin syntyvä työvajaus voidaan käytännössä kuitenkin kompensoida tekeillä ylitöitä. Laiturin välityskyky voidaan siten katsoa yhtä suureksi kuin lyhytaikainen työsaavutus.

Laiturin syvyys. Laiturin välityskyky riippuu vesisyvyydestä. Jos syvyys on suuri, voi laiturissa käydä suuria aluksia, joiden vaihtumistahti on hidas. Tästä johtuen alusten vaihtuessa muodostuva hukka-aika on pitkällä aikavälillä lyhempi kuin matalissa laitureissa. Suuren aluksen ahtaus lienee lisäksi luukkuja tai laiturimetriä kohti joutuisampaa kuin pienen.

Laiturikentän leveys. Laiturikentän tarvittava leveys riippuu laiturin syvyydestä. Tämä johtuu siitä, että laiturin syventyessä, ts. aluskoon kasvaessa lastin määrä/laiturimetri kasvaa. Laiturikenttä tietyn laiturin kohdalla ei käytännössä aina täytä tarvittavaa mittaa. Sitä voi rajoittaa esim. ranta tai muu luonnoneste, satamaratapiha, kaupungin katuverkko tms. Tällöin laiturin välityskyky on pienempi kuin normaalisti.

Esitettyjen lähtöoletusten perusteella on laadittu nomogrammi (kuva 21), jonka avulla laiturin välityskyky (lähinnä puunjalosteiden lastauksessa) saadaan suoraan, kun laiturisyvyys ja laiturikentän leveys tunnetaan. Lisäksi on paikallisten olojen vaikutus välityskykyyn aina pyrittävä ottamaan huomioon.



LAITURIN  
SYVYYS m

KUVA 21. LAITURIN VÄLITYSKYKY

Laiturin ikä. Laiturin ikä (taul. 10) ei välttämättä suoranaaisesti vaikuta sen välityskykyyn. Usein kuitenkin vanhanaikaiset raide- yms. järjestelyt laiturilla vaikeuttavat nykyaikaista lastinkäsittelyä ja muuta satamatoimintaa ja näin alentavat laiturin välityskykyä.

Taulukko 10. Pohjois-Suomen satamien tärkeimmät kuivalastilaiturit rakentamis- ja perusparannusajankohdan mukaan.

Laiturin rakentamiskymmenluku	Tornio	Kemi (Ajos)	Veitsiluoto	Oulu	Raahe (Lapaluoto)	Rautaruukki	Kokkola	Pietarsaari	Vaasa	Kaskinen
	Laituripituus, m									
1970				250						
1960	90	743	575	2045	200	677	466		180	
1950		315		308	70		264	235	240	115
1940	302									
1930										
1920								240		
1910								275		560
1900							95			
1890									540	
1880							207			
Yhteensä	392	1058	575	2603	270	677	1032	750	960	675

Huomattava osa laitureista on yli 50 vuotta vanhoja. Näiden laiturien välityskyvystä on niiden vanhauskaisuudesta johtuen vähennetty laskelmissa 25 %. Osa vanhoista laitureista on niin huonossa kunnossossa, että niiden välityskyky on olematon. Muutama tällainen laituri on jätetty kokonaan pois laskelmista.

Laiturin rajoitettu käyttömahdollisuus. Jotkut laiturit soveltuvat vain puutavaran lastaukseen. Syynä saattaa olla tuloväylän ja/tai laiturin mataluus,, laiturin sijainti tai sen heikko rakenne. Tällaisen laiturin maksimivälityskyvyksi on arvioitu 5 t/m x p. Samoin on laiturin lyhyiden (esim. pistolaiturin pää) vaikutus otettu huomioon käyttämällä maksimivälityskyynä 5 t/m x p. laiturin syvyydestä riippumatta.

Varastot ja varastoalueet. Sataman kapasiteetti saattaa riippua myös varastojen ja avovarastoalueiden riittävästä. Kehityksen suunta lieenee varastojen käytön ja siten myös tarpeen lisääntyminen. Varastotarve tulee kasvamaan erityisesti siinä tapauksessa, että satamiin alkaa syntyä varsinaisia terminaaleja.

Tavaran vaihtumisnopeus Pohjois-Suomen satamavarastoissa on riippuvainen suhdanteista. Korkeasuhdanteen aikana tavara kulkee varastojen kautta nopeasti, ja varastot ovat yleensä melkein tyhjä. Laskusuhdanteen aikana tavaran kierto on hitaampaa, ja tavaralla on taipumus kerääntyä varastoihin. Tästä syystä ei Pohjois-Suomen satamavarastojen välityskykyä ole aihetta määrittellä. Voidaan kuitenkin todeta, että varastot eivät korkeasuhdanteen vallitessa muodosta pullonkaulaa missään satamassa.

Sataman maa-alue. Sataman maa-alueen suuruus on sataman kapasiteetin kannalta tärkeä tekijä. Karkeasti voidaan sanoa, että esim. liikenteen kaksinkertaistuminen vaatii vähintään kaksinkertaiset alueet, mikäli tilanne muuten pysyy ennallaan.

Sataman aluetarve on varsin yksilöllistä. Siihen vaikuttavat monet tekijät, kuten suoran lastauksen osuus koko liikenteestä, autokuljetusten osuus sataman maaliikenteestä, tavaralaji ja sen viipymisaika satama-alueella, sataman käyttäjien omat varastointimahdollisuudet jne.

Sataman aluetarvetta voidaan mitata ns. ominaiskuormituksen avulla, jolla tarkoitetaan vuotuisen tavaraliikenteen määrää satama-alueen pinta-alayksikköä kohti laskettuna. Kansainvälisen merenkulkujärjestön PIANCin (Permanent International Association of Navigation Congresses) kongressissa Pariisissa v. 1969 on pienen sataman aluetarpeeksi mainittu 0,5 ha 10.000 tavaratonnia kohti vuo-



nessa, jota vastaava ominaiskuormitusarvo on  $2 \text{ t/m}^2 \times \text{v}$ . Eräissä kotimaisissa satama-alan selvityksissä on käytetty vastaavan suuruisia arvoja. Ominaiskuormitus on yleensä teknillisesti lisättävissä paljonkin em. arvoa suuremmaksi. Taloudellisesti tämä kuitenkin usein on epäedullista kasvavien rajakustannusten takia. Kun satama-alueen välityskykyä lasketaan maa-alueiden riittävyys perusteella, ei tulokseksi saada teknillistä maksimia vaan optimaalinen toimintasuhde eli kustannusminimi.

Tässä selvityksessä on aluetarpeen ohjearvona käytetty  $0,5 \text{ ha/1.000 t} \times \text{kk}$  ja sallittuna ominaiskuormituksena siten  $2.000 \text{ t/kk} \times \text{ha}$ . Satama-alueen välityskyky (oikeammin: optimaalinen toimintasuhde,  $\text{t/kk}$ ) saadaan siis kertomalla alueen laajuus (ha) luvulla 2.000.

Jos suoran lastauksen osuus satamassa on suuri, on aluetarve/tavaratonni pienempi eli sallittu ominaiskuormitus on suurempi kuin muuten. Suoran lastauksen osuus näyttää tulevaisuudessa yleensä vähenevän, mistä syystä em. ominaiskuormitusarvo on käyttökelpoinen tällaisessakin satamassa.

Jos kysymyksessä on ns. teollisuussatama ei kyseisen teollisuuden kuljetuksia varten yleensä tarvita satama-aluetta yhtä paljon kuin kauempaa tuleville kuljetuksille. Lähikuljetusten aluetarpeeksi on tässä selvityksessä arvioitu puolet normaalista, ts. sallittu ominaiskuormitus on tältä osin nostettu kaksinkertaiseksi eli  $4.000 \text{ tonniin/kk} \times \text{ha}$ . Tähän on päädytty seuraavasti. Itse lastausoperaatio (ml. lyhytaikainen varastointi) merkitsee karkeasti noin puolta tietyn kuljetuksen satama-aluearpeesta. Toisen puolikas aiheutuu mm. tavarankäytön ajan varastoinnista siihen liittyvine toimintoineen. Lähiteollisuus tarvitsee satama-aluetta vain ensinmainittuun tarkoitukseen, mistä syystä aluetarve on vain puolet tavanomaisesta.

Maaliikenneväylät. Satamakatuja ja -raiteistojen välityskyky saattaa joskus rajoittaa sataman kapasiteettia. Satamakatuja välityskykyä ei tässä ole arvioitu. Sen sijaan raiteistojen osalta rautatiehallitus on tehnyt erillisselvityksen, joka seuraavassa esitetään lyhenneltynä.

Pohjois-Suomen satamien satamaraitteistojen välityskyky on yleensä todettu hyvin riittäväksi. Seuraavassa on edellytetty, että sekä satamatyöntekijöitä että rautatien henkilökuntaa ja liikkuvaa kalustoa on riittävästi käytettävissä. Ohjeena on pidetty normaalia työaikaa klo 8 - 17, lauantaisin 8 - 12 tai klo 7 - 16, lauantaisin 7 - 11.



Tornio. Röyttän sataman pistolaiturin raiteille sopii 25 - 30 vaunua kerrallaan. Nykyään pystytään näillä raiteilla käsittelemään n. 60 vaunua normaalina työpäivänä. Sataman raiteistoihin voidaan samanaikaisesti vastaanottaa n. 150 vaunua.

Kemi (Ajos). Pistolaiturin raiteille sopii samanaikaisesti 55 - 60 vaunua ja ns. nosturilaiturille n. 80 vaunua. Kemi Oy:n terminaalivaraston raiteille sopii 25 - 28 vaunua. Veitsiluoto Oy Kemijärventehteiden terminaalisuojan katon alle mahtuu 6 - 7 vaunua ja ulkopuoliselle purkauslaiturille 10 - 12 vaunua. Ajoksen laitureilla voidaan nykyisin käsitellä työpäivän aikana 200 - 250 vaunua. Satamassa pystytään työskentelemään kohtalaisen tehokkaasti vaunumäärän ollessa 600 - 700.

Veitsiluoto. Vientikuormat puretaan n. 200 m pitkäällä purkauslaiturilla ja viedään yleensä ilman välivarastointia laivan sivulle. Purkauslaituriin sopii samanaikaisesti n. 20 vaunua ja sille johdettavalle raiteelle lisäksi 30 vaunua. Veitsiluoto Oy:n raide haarautuu Ajoksen radasta sen puolella välissä, jossa on 3 raidetta käsittävä Rivin ratapiha. Ratapihalla, jonka raiteiden hyötyspituus on n. 600 m, voidaan säilyttää 100 - 110 vaunua. Veitsiluoto Oy:n alueelle voidaan tarvittaessa sijoittaa n. 150 vientivaunua. Purkauskapasiteetti on ollut 100 vaunua työvuoron aikana.

Oulu, Toppilan satama. Toppilan laiturissa voidaan laituriraitteille sijoittaa 100 - 120 vaunua. Hietasaaren puolella voidaan laituriraitteille sijoittaa 140 - 150 vaunua. Kuormaus- ja purkauskapasiteetti on Toppilan salmen molemmat puolet huomioonottaen 200 - 250 vaunua päivässä. Vaunumäärän noustessa yli 700 liikenteen hoitaminen tuottaa vaikeuksia.

Oulu, eteläsatama. Oulu Oy:n sataman laituriraitteille sopii 75 vaunua. Raiteistoon sopii enintään 120 vaunua. Oritkarin laiturilla on kaksi raidetta, joille mahtuu yhteensä 80 vaunua. Eteläsataman raiteille voidaan sijoittaa enintään 300 vaunua. Työpäivän aikana voidaan käsitellä 200 - 250 vaunua.

Raahe (Lapaluoto). Päälaiturissa voidaan käsitellä 25 - 30 vaunua päivässä. Vaunuvaihto on suoritettava n. 1 kilometrin etäisyydeltä. Päälaiturissa on 40 vaunua varten tilaa. Helmilaiturin purkausraiteelle sopii kerrallaan 12 vaunua.

Rautaruukki. Tuontilaiturilla on tilaa 35 vaunulle, vientilaiturilla 50 vaunulle.

Kokkola. Ns. kivilaiturilla on kolme raidetta, joille sopii n. 55 vaunua. Rantalaiturin pohjoispuolel-



la on tilaa 30 vaunulle ja eteläpuolella 90 vaunulle. Molemmat vanhat pistolaiturit ovat huonokuntoiset. Niihin voidaan ottaa toiseen 50, toiseen 65 vaunua. Satamassa voidaan käsitellä 250 - 300 vaunua päivässä. Suurin satamaraitteistoille sopiva vaunumäärä on n. 800 vaunua.

Pietarsaari. Ns. vanhalle laiturille sopii n. 10 vaunua. Uudella laiturilla on kaksi raidetta, joilla on tilaa n. 35 vaunulle. Laukon laiturille sopii n. 50 vaunua, mutta se on erittäin huonokuntoinen. Leppäluodossa voidaan käsitellä 130 - 140 vaunua työpäivässä. Sataman raiteille voidaan sijoittaa runsaasti 200 vaunua.

Vaasa. Eri laitureille voidaan sijoittaa vanuja seuraavasti: eteläpiiri 50 - 60, pohjoispiiri n. 40 (laiturin pohjoissivu lauttaliikenteen käytössä) ja Reinin laituri 40 - 50. Satamassa voidaan käsitellä 180 - 200 vaunua päivässä. Satamaan voidaan samanaikaisesti sijoittaa 500 - 600 vaunua.

Kaskinen. Sisäsataman laiturille sopii n. 80 vaunua ja syväsatamaan sama määrä. Satamassa voidaan käsitellä 200 - 220 vaunua päivässä. Kaskisten raiteistoihin voidaan samanaikaisesti ottaa n. 700 vaunua.

Kapasiteetti ja sen käyttöaste eri satamissa. Satamien kapasiteettia on tutkittu laiturien ja laiturikenttien, sataman maa-alueen ja satamaraitteistojen riittävyyden perusteella. Muiden tekijöiden, kuten työvoima- ja kalustokysymysten vaikutuksia ei ole selvitetty. Kun laskelmia suoritettaessa lisäksi on jouduttu tekemään runsaasti yksinkertaistuksia ja oletuksia, on kapasiteettilukuja syytä pitää vain likimääräisinä ja suuruusluokkaa osoittavina.

Seuraavassa esitettävät kapasiteettilaskelmat antavat tulokseksi kapasiteettilukuja, jotka käytetyistä laskentaperusteista johtuen sijoittuvat maksimikapasiteetin ja optimaalisen toimintasuhteen välille (vrt. kuva 12). Jos tietyn sataman kapasiteettia rajoittaa laiturien tai raiteistojen välityskyky, on tulos lähellä maksimikapasiteettia; jos taas kapasiteettia rajoittaa sataman maa-alueen välityskyky, on tulokseksi saatu kapasiteettiluku lähellä optimaalista toimintasuhdetta. Ensinmainitussa tapauksessa ilmoittaa kapasiteettiluku tavaraliikenteen maksimimäärän. Jälkimmäisessä tapauksessa tavaraliikennettä on mahdollista lisätä saatua kapasiteettilukua suuremmaksi, mutta se tapahtuu korkein rajakustannuksin.

Jokaisen sataman kapasiteetin käyttöaste on laskettu vilkasliikenteisimmän kuukauden (huippukuukauden) aikana. Laskelmissa on käytetty kuivalastiliikenteen määriä vuodelta 1968.



Vaikka Veitsiluodon satama on Kemin sataman osa, ei sen kuten ei myöskään Rautaruukin kapasiteettia ole laskettu siitä syystä, että ne teollisuussatamina eivät käytännössä ainakaan merkitsevässä määrässä välitä yleistä liikennettä. Oulu Oy:n satama on mukana sillä perusteella, että se siirtyy Oulun kaupungin omistukseen v. 1978.

### Tornio

#### Röyttä

	Välityskyky t/kk
Laiturit	50.000
Raiteistot	30.000
Nykyinen katuliikenne, arv.	10.000

#### Vanha satama

Laiturit 10.000 puutavaraa

Tornion satamat yhteensä

	Välityskyky t/kk
Laiturit	50.000 + 10.000 t/kk puutavaraa
Maaliikenneväylät	40.000
Sataman maa-alue	115.000

Sataman kapasiteettia rajoittavat maaliikenneväylät (raiteistot) ja puutavaran osalta laiturit. Sataman kapasiteetti on 40.000 t/kk + 10.000 t/kk puutavaraa = 50.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukautena (lokak. 1968): 54 %.

### Kemi (Ajos)

	Välityskyky t/kk	
Yksikkötavaralaiturit	140.000	
Puutavaralaiturit	70.000	puutavaraa
Raiteistot	125.000	
Sataman maa-alue	510.000	

Autoilla kuljetetaan satamaan puutavaraa, mutta ei sanottavasti muuta yksikkötavaraa. Puutavaran osalta puutavaralaiturit ja yksikkötavaran osalta raiteistot määräävät sataman kapasiteetin. Viimemainittu ei riipu siitä, lastataanko suoraan vaunuista vai varaston kautta. Jälkimmäisessä tapauksessa asetavat varastojen purkauslaiturit rajan välityskyvyille. Molempien lastaustapojen yhteiskäytöllään ei pystyttäne nostamaan välityskykyä, sillä ahtaat kentät estävät tämän.

Sataman kapasiteetti on 125.000 t/kk + 70.000 t/kk puutavaraa = 195.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukaudessa (lokak. 1968): 44 %.



OuluToppilan satama

Laiturit  
Sataman maa-alue

Välityskyky  
t/kk

425.000  
190.000

Raiteistojen välityskyky on vain 100.000 - 125.000 t/kk, mutta ei rajoita sataman kapasiteettia, sillä valtaosa tavarasta tulee/lähtee autoilla. Kapasiteetin ratkaisee satama-alueen välityskyky, joka on 190.000 t/kk.

Toppilan satama ei enää vastaa kehittyvän yksikkö-tavaraliikenteen vaatimuksia. Toppilan salmi on niin kapea, etteivät isommat laivat voi kääntyä siinä (= satama-altaassa). Väylän syvyys asettaa lisäksi esteen valtion jäänmurtaajien käytölle. Nämä tekijät alentavat käytännössä jonkin verran kapasiteettia. Toppilan satama jää lähitulevaisuudessa puutavara- ja joukkotavarasatamaksi. Sen soveltuvuus joukkotavarasatamaksi on kyseenalainen, koska vesisyvyys ei riitä isoille joukkotavara-aluksille.

Oulu Oy:n satama

Laiturit  
Sataman maa-alue

Välityskyky  
t/kk

65.000  
20.000

Sataman kapasiteettia näyttää ratkaisevasti rajoittavan maa-alueen pienenä. Satama on tyypillinen teollisuussatama. Se siirtyy kaupungin omistukseen v. 1978, mutta on selvää, että teollisuussatamaluonne säilyy senkin jälkeen, vaikkakin suuri osa Oulu Oy:n viennistä siirtyy uuteen syväsatamaan. Sataman kapasiteetti (Oulu Oy:n liikenteessä) on 20.000 t/kk. Raiteiston välityskyky on riittävä.

Oritkarin satama

Laiturit  
Raiteistot  
Sataman maa-alue

Välityskyky  
t/kk

80.000 1)  
125.000  
120.000

Sataman I rakennusvaiheen kapasiteetti on 80.000 t/kk.

Oulun satamat yhteensä

Sataman kapasiteetti ennen Oritkarin sataman valmistamista oli  $20.000 + 190.000 = 210.000$  t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukaudessa (lokak. 1968): 59 %.

Oritkarin sataman I vaiheen valmistuttua on Oulun sataman kapasiteetti  $100.000$  t/kk +  $190.000$  t/kk puutavaraa ja joukkotavaraa = 290.000 t/kk.

1)

Sisältää peräporttipaikan (välityskyky arv. 20.000 t/kk).

Raahen (Lapaluoto)

	Välityskyky t/kk
Päälaituri	35.000
Helmilaituri	15.000
Raiteistot	15.000
Sataman maa-alue	120.000

Raiteistot rajoittavat päälaiturin kapasiteetiksi 15.000 t/kk, ja helmilaiturin kapasiteetti on yhtä suuri. Koko sataman kapasiteetti on siten 30.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukaudessa (kesäk. 1968): 51 %.

Kokkola

Kokkolan satamaan kuuluu Ykspihlajan "pääsataman" lisäksi ns. teollisuussatama, jonka kautta kulkee Outokumpu Oy:n rikaste yms. tavara ja Neste Oy:n öljy. Teollisuussatamaa ei tässä raportissa ole käsitelty.

	Välityskyky t/kk
Yksikkötavaralaiturit	175.000
Puutavaralaiturit	15.000
Sataman maa-alue	160.000

Raiteistokapasiteetti on 125.000 - 150.000 t/kk. Sataman liikenteestä kulkee vain pieni osa rauteititse, joten raiteisto- ja siten myös koko liikenneväyläkapasiteetti riittää.

Laiturien ja maa-alueen kapasiteetti on samaa luokkaa. Maa-aluetta on mahdollisuus tarvittaessa raivata lisää, mutta tällä hetkellä se näyttää rajoittavan kapasiteetiksi 160.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukauden aikana (tammik. 1968): 36 %.

Pietarsaari

	Välityskyky t/kk
Yksikkötavaralaiturit	60.000
Puutavaralaiturit	10.000
Raiteistot	70.000
Sataman maa-alue	55.000

Raiteistot eivät rajoita kapasiteettia, sillä rautatieliikenne on nykyisin vain pieni osa sataman maa-liikenteestä. Sataman kapasiteettia näyttää rajoittavan maa-alueen niukkuus. Kuitenkin Oy Wilh. Schauman Ab:n tehtaiden läheisyys ja satama-alueella jatkuvat täyttötöyt saavat ilmeisesti aikaan sen, että sataman kapasiteetti ei riipu alueiden vaan laitureiden niukkuudesta. Kapasiteetti on 60.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukauden aikana (toukok. 1968): 81 %.



Vaasa

## Välityskyky

t/kk

Laiturit	100.000
Raiteistot	100.000
Sataman maa-alue	100.000

Autolautat vievät Vaasan satamassa runsaasti laituritilaa, sillä satamassa käy jo nykyisin selvästi enemmän autolauttoja kuin lastialuksia. Tässä selvityksessä on lauttaliikenteen katsottu sitovan vakituisesti käyttöönsä ns. pohjoispiirin, joka tästä syystä on jätetty pois laskelmista. Lautoil-la kulkeva tavaramäärä (nykyisin n. 5.000 t/kk) on siten lisättävä esitettyyn laiturien välityskykyyn. Satamaliikenteestä kulkee nykyisin vain noin puolet rautateitse, joten olemassa oleva raiteistokapasiteetti riittää.

Laiturien, raiteiston ja maa-alueen välityskyky on yhtä suuri. Sataman kapasiteetti on 100.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukauden aikana (toukok. 1968): 42 %.

KaskinenSisäsatama

## Välityskyky

t/kk

Yksikkötavaralaiturit	30.000
Puutavaralaiturit	20.000

Puutavarasatama ja syväsatama

Puutavaralaiturit	30.000
Syväsataman laiturit	25.000

Kaskisten satamat yhteensä

Laiturit	55.000 + 50.000 t/kk puutavaraa
Raiteistot	110.000
Sataman maa-alue	170.000

Sataman kapasiteettia rajoittavat laiturit. Kapasiteetti on 55.000 t/kk + 50.000 t/kk puutavaraa = 105.000 t/kk. Kapasiteetin käyttöaste huippukuukaudessa (maalisk. 1968): 54 %.

Kaskisten sataman liikennehuippu on ollut talvella, jolloin sahatavaran vienti, joka yleensä tapahtuu pienillä aluksilla, on ollut lähes keskeytyksissä. Puutavarasataman kapasiteetti talvisaikaan on tästä syystä katsottu nolllaksi ja laskettu koko sataman kapasiteetin käyttöaste sen "talvikapasiteetin" (55.000 t/kk) perusteella.

Kapasiteetin käyttöaste talvellaakin on alhainen. Syyinä lienee se, että kun Kaskisten liikenne on erittäin voimakkaasti kausiluontoista ja keskittyy parin tal-

vikukuuteen on työrutiinissa puutteita, jotka pienentävät kapasiteettia, mutta joiden vaikutuksen suuruutta ei ole voitu selvittää.

### Yhteenveto

	Kapasiteetti t/kk	Kapasiteetin käyt- töaste huippu-kk:ssa
Tornio	50.000	54
Kemi, Ajos	195.000	44
Oulu	210.000 <sup>1)</sup>	59
Raahe	30.000	51
Kokkola	160.000	36
Pietarsaari	60.000	81
Vaasa	100.000	42
Kaskinen	55.000 (105.000)	54

## 2.3 Maakuljetusyhteydet

### 2.3.1 Koko maan rautatie- ja tieverkot

Kartassa (kuva 22) on kuvattu rautatiet ja päätiet (valta- ja kantatiet) sekä tärkeimmät meriväylät ja ne satamat, joiden välittämä tavaraliikennemäärä vuonna 1970 oli vähintään 100.000 tonnia.

Vuoteen 1980 mennessä valmistuu rata Jämsänkoski-Jyväskylä. Udestakaupungista pohjoiseen suuntautuvan radan (Uusikaupunki-Kiukainen) rakentamisajankohdasta ei ole päätöstä.

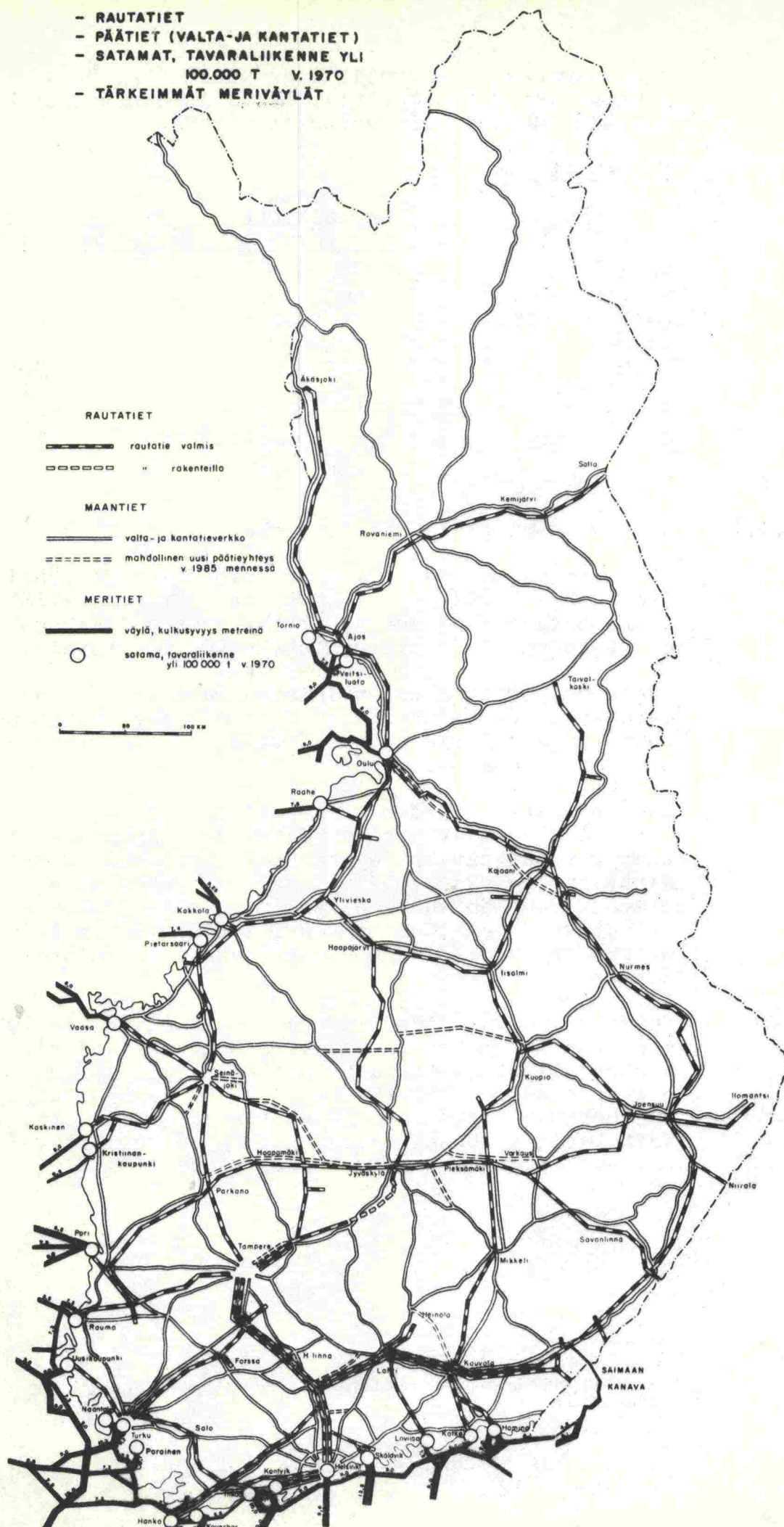
Suomen päätieverkkoon on suunnitteilla joitakin verkkoa täydentäviä rakennettavia ja suuntaukseltaan parannettavia tieyhteyksiä. Karttaan on merkitty ne lisäykset päätieverkkoon, jotka mahdollisesti tehdään vuoteen 1985 mennessä. Lisäykset perustuvat tienpidon tarveselvitystä varten laadittuun tieverkkoluonnokseen (tvh/tiesuunnitteluosasto).

Suurehko osa päätieverkkoa parannetaan vuoteen 1980 mennessä 10/16 tonnin akselipainoa vastaavaksi. Kestopäällystämistä jatketaan niin, että Oulun eteläpuolella on v. 1980 enää vähän kesto- tai öljysorapäällystämättömiä valta- ja kantateitä. Vain Lapin talousalueella on v. 1980 huomattava osa valta- ja kantateistä päällystämättömiä.

1)

Ei sisällä Oritkarin satamaa. Oulun sataman nykyinen kapasiteetti on 290.000 t/kk.





## 2.3.2 Pohjois-Suomen satamien rautatie- ja tieyhteydet

Oulun öljysatamaan johtavan radan valmistuttua v. 1971 on kaikkiin tärkeimpiin Pohjois-Suomen satamiin rautatieyhteys. Kaikilla satamaradoilla on sallittu akselipaino 20 tonnia seuraavin rajoituksin:

- Pietarsaaren satamaradalla sallitaan 20 tonnia ajettaessa rajoitetulla nopeudella ja 15 tonnia rajoituksetta.
- Kaskisten satamaan johtavalla radalla sallitaan rajoitetulla nopeudella ajettaessa 20 tonnia talvella ja 17 tonnia kautta vuoden; 15 tonnia sallitaan läpi vuoden ilman nopeusrajoitusta.

Pohjois-Suomen satamien tieyhteydet ovat yleensä vähintään tyydyttävät. Kestopäällysteinen leveä (yli 7 m) tie johtaa seuraaviin satamiin: Kemi, Roppila, Oulun öljysatama, Pietarsaari, Vaasa ja Kaskinen. Lapaluodon, Rautaruukin ja Kokkolan satamatie on 7 metrin levyinen öljysora- tai soratie. Huonoimmat tieyhteydet, kapeahkot öljysora/soratiet, on Tornion satamaan ja Oulun eteläsatamaan. Tornioon on korkealuokkainen tie rakenteilla, ja tien rakentaminen Oulun eteläsatamaan alkaa v. 1973.



## 3 LIIKENNE

## 3.1 Alusliikenne

## 3.1.1 Aluskäynnit satamissa

Maan kaikissa satamissa oli vuoden 1970 aikana yhteensä 24.258 aluskäyntiä, joista 4.071 eli 17 % suuntautui Pohjois-Suomen satamiin. Viimemainitusta oli kuivalastialuksia 65 %, säiliöaluksia 11 % ja autolauttoja 24 % (taulukko 11).

Taulukko 11. Aluskäynnit Pohjois-Suomen satamissa v. 1970

Satama	Kuivalasti- alukset	Säiliöalukset		Autolautat	Kaikki alukset
		Yhteensä	Kotimaan liikenteessä		
kpl					
Kaskinen	183	-	-	-	183
Vaasa	195	81	70	719	995
Pietarsaari	295	53	39	238	586
Kokkola	348	114	65	-	462
Raahe	298	7	7	-	305
Oulu	668	100	47	-	768
Kemi	534	93	54	-	627
Tornio	145	-	-	-	145
Pohjois-Suomen satamat yht.	2.666	448	282	957	4.071

Kuivalastialuksista on 80 % käynyt samalla matkalla vain yhdessä Pohjois-Suomen satamassa ja 20 % on poikennut useampaan kuin yhteen satamaan. Etelä-Suomen satamissa liikennöineistä kuivalastialuksista 65 % on käynyt vain yhdessä ja 35 % kahdessa tai useammassa satamassa. Tämä käy selville laskelmasta (taul. 12), jossa alukset on jaettu satamakäyntien luvun mukaan ryhmiin.

Taulukko 12. Pohjois- ja Etelä-Suomen satamissa v. 1970 liikennöineiden alusten jakautuminen satamakäyntien luvun mukaan

Satamassa käyntien luku	Joukkotavara		Selluloosa		Yksikkötavara		Kaikki keskimää- rin	
	P-Suomi	E-Suomi	P-Suomi	E-Suomi	P-Suomi	E-Suomi	P-Suomi	E-Suomi
alusten jakautuminen %								
1	73	72	86	56	66	63	80	65
2	21	22	12	26	26	29	16	27
3	3	3	-	10	5	5	2	5
4 tai enemmän	3	3	2	8	3	3	2	3
Yhteensä	100	100	100	100	100	100	100	100

Taulukossa alukset on jaettu myös lastin mukaan kolmeen ryhmään, joukkotavaraa, selluloosaa ja muuta yksikkötavaraa kuljettaneisiin aluksiin<sup>1)</sup>. 86 % Pohjois-Suomen

<sup>1)</sup> Selluloosa luetaan tavallisesti yksikkötavaraksi, mutta tässä sitä on tarkasteltu osaksi myös omana ryhmänä, mistä syystä käytetään nimityksiä "selluloosa-alukset ja "yksikkötavara-alukset".

ja 56 % Etelä-Suomen satamissa liikennöineistä seluloosa-aluksista on käynyt samalla matkalla vain yhdessä satamassa. Joukko- ja yksikkötavara-alusten jakautuminen satamassakäyntien luvun mukaan on sen sijaan ollut lähes samanlainen koko maassa. Edellisistä n. 73 % ja jälkimmäisistä n. 65 % on käynyt samalla matkalla vain yhdessä satamassa.

Pohjois-Suomen satamissa v. 1970 jäänmurtaajien toiminta-aikana liikennöineiden alusten luku (pl. autolautat, mutta rannikkoliikenne ml.) ja niiden käsittelemät tavaramäärät nähdään taulukosta 13.

Taulukko 13. Liikenne jäänmurtaajien toiminta-aikana Pohjois-Suomen satamissa v. 1970 ja sen osuus satamien koko alusliikenteestä (pl. autolautat)

Satama	Liikenne jäänmurtaaja-avustuksen aikana			
	Aluskäyntejä kpl	Tavaraa milj. t	% kaikista aluksista	% koko ta- varamäärästä
Kaskinen	46	0,041	25	24
Vaasa	170	0,199	62	27
Pietarsaari	147	0,103	42	19
Kokkola	177	0,283	38	18
Raahе	61	0,103	20	10
Oulu	192	0,160	25	11
Kemi, Ajos	223	0,260	36	20
Tomio	-	-	-	-
Pohjois-Suomen satamat		Yht. 1,149	Keskim./satama 33	Keskim./satama 18

Lähde: Merenkulkuhallitus 1971, kartta

Taulukon mukaan n. 18 % kaikesta Pohjois-Suomen satamissa käsitellystä tavarasta on kuljetettu jäänmurtaajien toiminta-ainaka. Mainittakoon, että taulukon luvuista ei voida päätellä jäänmurtaajien kerrallaan avustamaa tavaramäärää, koska osa aluksista on toiminut ilman jäänmurtaaja-apua. Vaasassa käyneet alukset ovat käyttäneet suhteellisesti eniten jäänmurtaaja-apua ja vähiten sitä ovat käyttäneet Raahessa käyneet alukset. Tornioon avustusta ei suoritettu. Jäänmurtaaja-apua ovat tonnimäärältään eniten käyttäneet Kokkola (0.283 milj.t) ja Kemi (0.260 milj.t) ja vähiten Kaskinen (0.041 milj.t).

Pohjois-Suomen satamiin saapuneiden ja sieltä lähteneiden kuivalastialusten luvun vaihtelu viikoppäivittäin v. 1970 (kuva 23) on laskettu merenkulkuhallituksen satamailmoituksista. Niistä on otettu avovesi-kaudelta (kesä-marraskuu) 6 viikkoa käsittävä satunnaisnäyte.

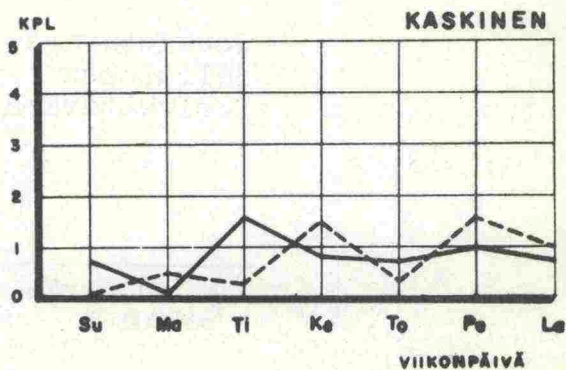
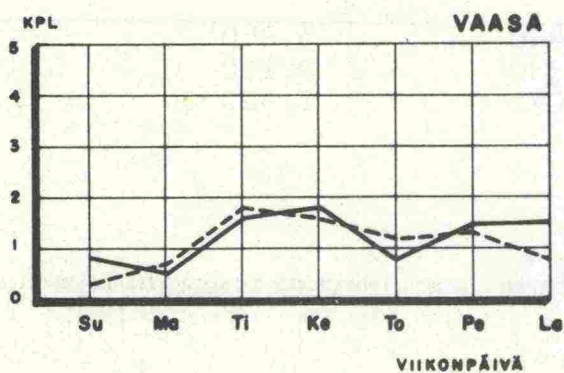
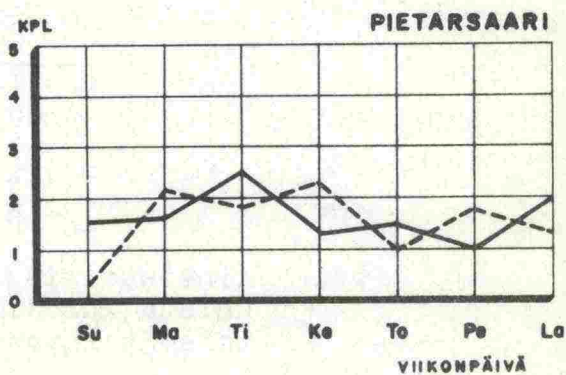
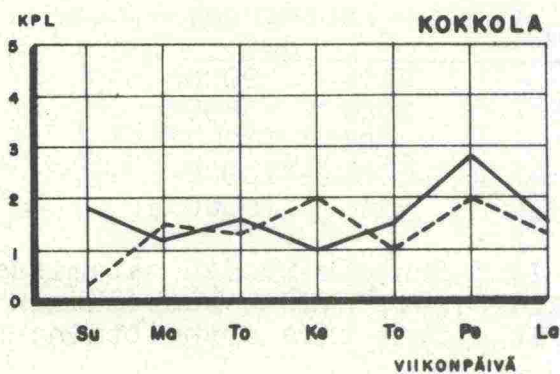
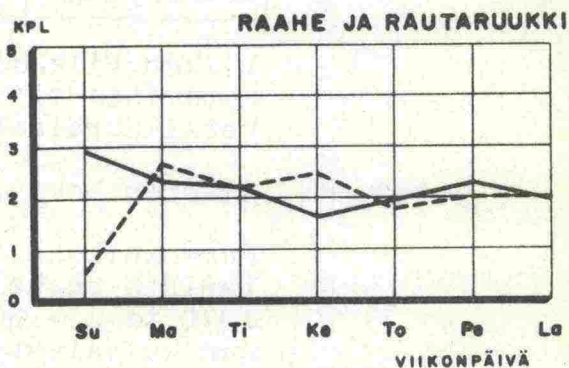
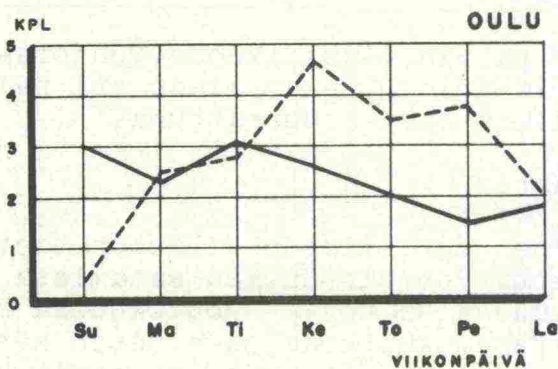
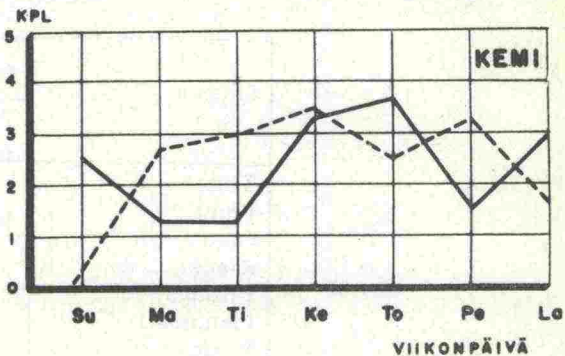
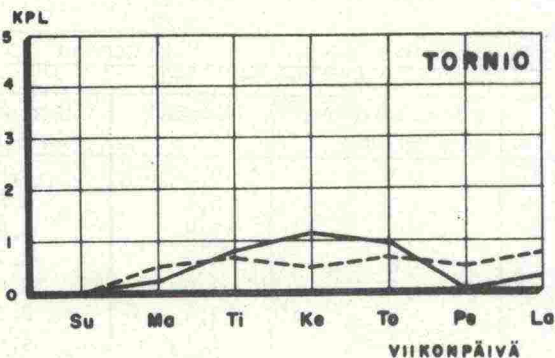
Aikaisemman selvityksen mukaan (Etelä-Suomen satamatoimikunta 1969, s. 110-112) on Etelä-Suomen suurimmissa satamissa alusten vilkkaimpien saapumispäivien todettu selvästi ajoittuvan viikon alkupuoliskolle. Nyt suoritettun tarkastelun perusteella ei Pohjois-Suomen satamissa ole havaittavissa selvää yleistä ajoittumista. Se johtunee osaksi pienistä alusten saapumis- ja lähtötiheyksistä.



## KUVA 23.

POHJOIS-SUOMEN SATAMIIN SAAPUNEIDEN  
JA SIELTÄ LÄHTENEIDEN ALUSTEN LUKUMÄÄ-  
RÄN VAIHTELU VIIKONPÄIVITTÄIN V. 1970

— SAAPUNEITA  
- - - LÄHTENEITÄ



Havaintojakson aikana viikon vilkkaimpana päivänä (keskiviikko) Oulusta lähti keskim. 4,7 alusta, ja vilkkaimpana päivänä (torstai) Kemiin saapui keskim. 3,7 alusta (taul. 14).

Taulukko 14. Saapuneiden ja lähteneiden kuivalastialusten luku keskimäärin/päivä Pohjois-Suomen satamissa kesä- marraskuussa v. 1970

Satama	Saapuneita		Lähteneitä	
	aluksia keskim., kpl			
	Päivässä	Viikon vilkkaim- pana päivänä	Päivässä	Viikon vilkkaim- pana päivänä
Tornio	0,5	1,2	0,5	0,8
Kemi	2,4	3,7	2,4	3,5
Oulu	2,4	3,1	2,8	4,7
Raahe	2,2	2,9	1,9	2,7
Kokkola	1,6	2,8	1,0	2,0
Pietarsaari	1,6	2,5	1,5	2,3
Vaasa	1,2	1,8	1,1	1,8
Kaskinen	0,3	1,6	0,8	1,6
Pohjois-Suomen satamissa keskim.	1,6 <sup>1)</sup>	2,4	1,5 <sup>1)</sup>	2,4

Viikon vilkkaimman päivän alusliikenne Pohjois-Suomen satamissa oli keskimäärin 1,6-kertainen eri päivien keskimääräiseen liikenteeseen verrattuna.

### 3.1.2

#### Alusten koko ja lasti

Merenkulkuhallituksen meriliikennetilaston tietorekisteristä on selvitetty Pohjois-Suomen satamissa vuoden 1970 tammi- huhtikuussa ja touko- joulukuussa käyneiden kuivalastialusten luku, koko ja alusten käsittelemän lastin määrä ja laji. Alukset on selvityksessä jaettu viiteen kantavuusluokkaan:

Luokka	Kantavuus, dwt
1	alle 2000
2	2001 - 3500
3	3501 - 6000
4	6001 - 10000
5	yli 10000

Aineisto sisältää 70 % Pohjois-Suomen satamissa käyneistä kuivalastialuksista. Niiden keskimäärin käsittelemät tavaramäärät olivat tavararyhmittäin:

	Tammi-huhtikuu	Touko-joulukuu	Aluksia
	t/alus		kpl
Joukkotavara	3.490	3.260	400
Selluloosa	2.380	2.100	462
Yksikkötavara	2.070	1.420	1.014

<sup>1)</sup> Ero 0,1 alusta/p. johtuu havaintojakson lyhyydestä ja siitä että näyte ei ollut peräkkäinen.



Tammi- huhtikuussa käyneet alukset ovat kuljettaneet lastia alusta kohden enemmän kuin touko- joulukuussa käyneet alukset. Osaksi tämä johtuu jäänmurtaaja-avustusta koskevista rajoituksista ja osaksi siitä, että suurehkojen alusten jäävähvisteisuus on yleisempää kuin pienten alusten<sup>1)</sup>).

Pohjois-Suomen satamissa käyneet alukset on jaoteltu tavararyhmittäin myös vienti-, tuonti- ja seka-aluksiin siten, että vientialuksiksi on luettu ne alukset, jotka ovat lastanneet vähintään 4-kertaisen määrän purkausmäärään verrattuna ja tuontialuksiksi on luettu ne alukset, jotka ovat purkaneet lastia vähintään 4-kertaa niin suuren määrän kuin ne ovat lastanneet. Muut alukset on luettu "seka-aluksiksi", jolloin jakauma on:

	Joukkotavara-	Selluloosa-	Yksikkötavara-
	aluksista, %		
Vientialuksia	7	98	86
Tuontialuksia	72	-	8
Seka-aluksia	21	2	6
Yhteensä	100	100	100

Erikokoisten vienti-, tuonti- ja seka-alusten lastimäärän (t/alus) vaihtelu tavararyhmittäin on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Erikokoisten vienti-, tuonti- ja seka-alusten kuljettamat tavaramäärät (t/alus) v. 1970.

Alus- koko	Joukkotavara			Selluloosa			Yksikkötavara		
	t/alus								
	vienti- alukset	tuonti- alukset	seka- alukset	vienti- alukset	tuonti- alukset	seka- alukset	vienti- alukset	tuonti- alukset	seka- alukset
1	715	952	1.700	1.127	547	1.878	794	552	1.356
2	1.403	2.336	4.553	2.337	-	3.109	2.019	1.285	2.767
3	4.520	4.020	7.274	3.166	-	5.710	2.811	1.675	5.232
4	6.150	7.067	11.535	3.922	-	-	3.717	2.477	3.904
5	12.832	12.873	28.167	3.158	-	3.445	4.192	4.509	4.431
Kaikki keskim.	1.380	3.979	2.638	2.055	547	2.740	1.290	1.058	1.941

Koko vuoden liikenteessä v. 1970 ovat pienehköt, lähinnä pykäläivakokoa olevat alukset olleet yleisimpiä sekä Pohjois- että Etelä-Suomen satamissa, sillä alle 2.000 dwt:n alusten osuus on ollut 55-64 % (taul.16):

<sup>1)</sup> Vrt. alusten koon mukainen jakauma talvi- ja avovesikaudella, taul. 18, s. 64.

Taulukko 16. Alusten jakautuminen eri kantavuusluokkiin Pohjois- ja Etelä-Suomen satamissa v. 1970

Kantavuusluokka dwt/alus	% aluksista ≤ vastaavan kantavuusluokan yläraja					
	Joukkotavara- alukset		Selluloosa- ja yksik- kötavara-alukset		Kaikki alukset	
	P-Suomi	E-Suomi	P-Suomi	E-Suomi	P-Suomi	E-Suomi
alle 2000	64	55	59	59	60	58
2001 - 3500	77	71	86	88	84	84
3501 - 6000	91	88	97	94	96	92
6001 - 10000	98	97	99	98	99	98
yli 10000	100	100	100	100	100	100

Taulukon luvut osoittavat kumulatiivisesti, kuinka monta prosenttia aluksista oli kantavuudeltaan enintään vastaavan luokan ylärajan kokoa. Esim. joukkotavarakuljetuksista 71-77 % ja selluloosan ja yksikkötavaran kuljetuksista 86-88 % on hoidettu 3.500 dwt:n tai sitä pienemmillä aluksilla.

Pohjois-Suomessa liikennöineet alukset on jaettu eri kantavuusluokkiin myös satamittain (taul. 17).

Taulukko 17. Pohjois-Suomen satamissa v. 1970 liikennöineiden alusten jakautuminen eri kantavuusluokkiin ja alusten keskimääräinen kantavuus dwt/alus satamittain

Satama	Tavararyhmä	Kantavuusluokka, dwt					Keskimääräinen kantavuus dwt/alus
		alle 2000	2001-3500	3501-6000	6001-10000	yli 10000	
		% kaikista aluksista ≤ vastaavan kantavuusluokan yläraja					
Tornio	Joukkotavara	59	82	100	-	-	1560
	Sellul. ja yksikkötavara	72	89	100	-	-	
Kemi	Joukkotavara	75	81	100	-	-	2490
	Sellul. ja yksikkötavara	42	82	94	98	100	
Oulu	Joukkotavara	64	77	100	-	-	2090
	Sellul. ja yksikkötavara	53	84	97	99	100	
Raahe	Joukkotavara	54	59	68	94	100	2200
	Sellul. ja yksikkötavara	62	85	95	100	-	
Kokkola	Joukkotavara	77	92	94	97	100	1480
	Sellul. ja yksikkötavara	74	89	99	100	-	
Pietarsaari	Joukkotavara	80	100	-	-	-	1890
	Sellul. ja yksikkötavara	61	85	98	100	-	
Vaasa	Joukkotavara	63	81	100	-	-	1670
	Sellul. ja yksikkötavara	67	93	97	97	100	
Kaskinen	Joukkotavara	-	-	-	-	-	1030
	Sellul. ja yksikkötavara	93	97	99	99	100	

Keskimääräinen aluskoko on ollut pienin Kaskisissa ja suurin Kemissä. Kemissä, Oulussa ja Pietarsaaressa suhteellisesti paljon suurempi osuus joukkotavara-aluksista kuin selluloosa- ja yksikkötavara-aluksista on ollut kantavuudeltaan alle 2000 dwt. Yli 6000 dwt:n selluloosa- ja yksikkötavara-aluksia on käynyt Torniota lukuunottamatta kaikissa Pohjois-Suomen satamissa. Yli 6000 dwt:n joukkotavara-aluksia on sen sijaan käynyt vain Raahessa ja Kokkolassa.



Avovesikaudella Pohjois-Suomen satamissa on liikennöinyt huomattavasti enemmän pieniä, kantavuudeltaan alle 2000 dwt:n aluksia kuin talvikaudella. Tammi- huhtikuussa niitä on ollut 26 %, touko- joulukuussa sen sijaan 62 % koko alusluvusta. Samalla kun pienten alusten osuus alusluvusta on avovesikaudella kasvanut niiden keskikoko on pienentynyt (taul. 18).

Taulukko 18. Alusten eri kantavuusluokkien keskimääräiset kantavuudet (dwt/alus) Pohjois-Suomen satamissa v. 1970

Kantavuus- luokka dwt	Tammi- huhtikuu		Touko- joulukuu		Koko vuosi	
	Keskim. dwt/alus	Osuus alusluvusta %	Keskim. dwt/alus	Osuus alusluvusta %	Keskim. dwt/alus	Osuus alusluvusta %
alle 2000	1.184	26	935	62	944	60
2001 - 3500	2.540	47	2.599	25	2.595	26
3501 - 6000	4.562	24	4.454	10	4.469	11
6001 - 10000	6.203	3	7.913	2	7.822	2
yli 10000	-	-	11.509	1	11.509	1
Kaikki aluskoot keskimäärin	2.804	100	1.933	100	1.966	100

Merenkulkuhallituksen vuoden 1970 satamailmoituksista on selvitetty tammi-, kesä- ja lokakuun tilastoaineistojen perusteella Pohjois-Suomen satamissa käyneiden suomalaisten ja ulkolaisten kuivalastialusten jakautuminen eri kantavuusluokkiin talvi- ja avovesikaudella. Alukset jaettiin kuuteen kantavuusluokkaan taulukon 19 osoittamalla tavalla.

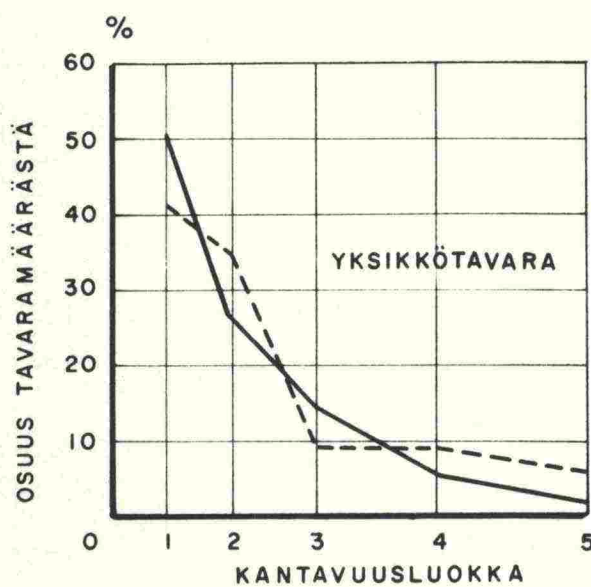
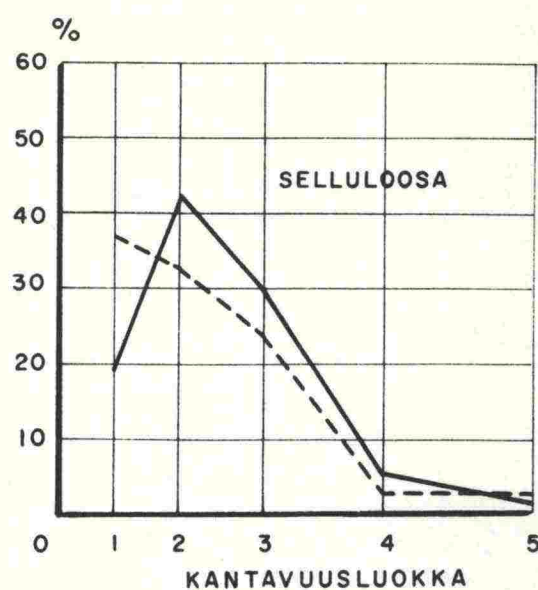
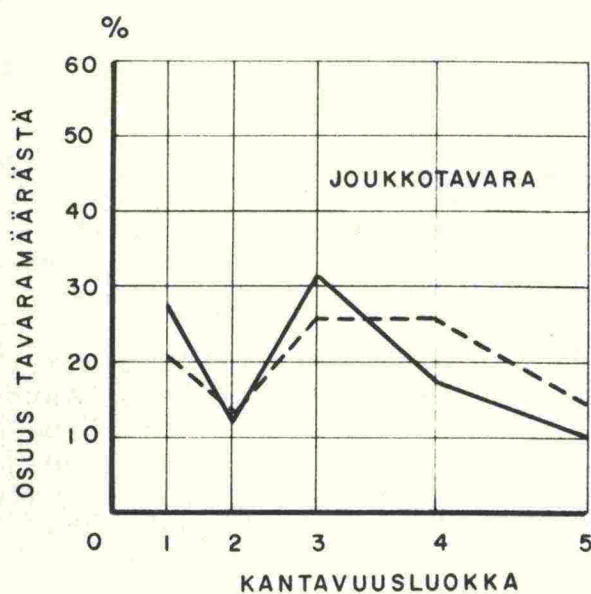
Taulukko 19. Suomalaisten ja ulkolaisten kuivalastialusten jakautuminen eri kantavuusluokkiin talvi- ja avovesikaudella v. 1970

Aluskoko dwt	% aluksista ≤ vastaavan aluskokoluokan yläraja			
	Talvikausi		Avovesikausi	
	suomalaiset	ulkolaiset	suomalaiset	ulkolaiset
alle 1000	6	26	30	59
1001 - 2000	20	45	49	74
2001 - 3500	69	71	76	90
3501 - 6000	92	90	95	97
6001 - 10000	100	98	99	99
yli 10000	-	100	100	100
Aluksia yht. kpl	64	58	240	488

Taulukko osoittaa, että useimmat kantavuudeltaan alle 1.000 dwt:n alukset ovat olleet ulkolaisia. Talvikaudella niiden osuus on ollut 26 % ja avovesikaudella 59 % kaikista ulkolaisista aluksista. Suomalaisista aluksista on talvikaudella vain 6 % ollut kantavuudeltaan alle 1.000 dwt, avovesikaudella niiden osuus on kuitenkin noussut 30 prosenttiin.

Alusten jakautuminen eri kantavuusluokkiin ei vielä osoita niiden merkitystä kuljetusten suorittamisessa, koska isot alukset pystyvät ottamaan enemmän lastia kuin pienet. Tarkastelemalla miten kuljetettu tavaramäärä on jakautunut eri kantavuusluokkien alusten kesken, saadaan yleiskuva eri aluskokoluokkien suhteellisesta merkityksestä kuljetustoiminnassa (kuva 24).

KUVA 24. ERI KANTAVUUSLUOKKIEN OSUDET POHJOIS JA ETELÄ-SUOMEN SATAMIEN TAVARALIIKENTEESTÄ V. 1970 TAVARARYHMITTÄIN.



— POHJOIS-SUOMI  
- - - ETELÄ-SUOMI

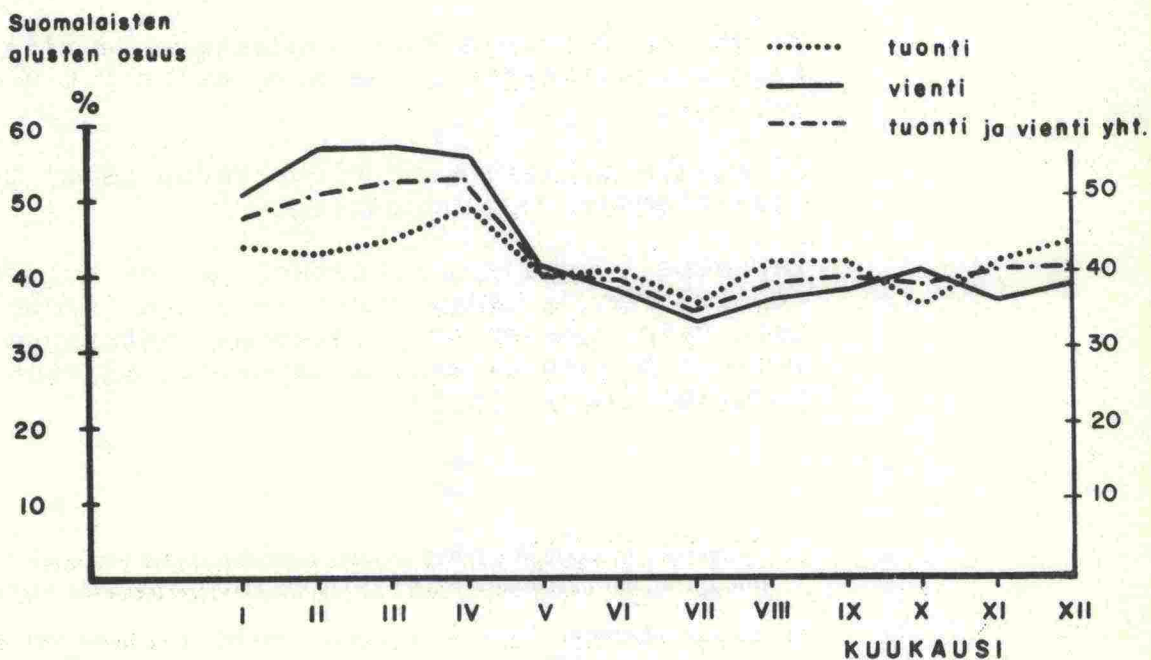


Piirroksesta havaitaan, että joukkotavaran kuljetuksessa eri kantavuusluokkiin kuuluvat alukset ovat olleet verraten tasaisesti ja samaan tapaan edustettuina sekä Pohjois- että Etelä-Suomessa. Suurimman tavaramääräosuuden (32 %) ovat kuitenkin Pohjois-Suomessa kuljettaneet luokan 3 (3.501-6.000 dwt:n) alukset, ja luokan 1 (alle 2.000 dwt) osuus on 20 %.

Selluloosa on Etelä-Suomen satamista kuljetettu yleisemmin (37 %) kuin Pohjois-Suomen satamista (20 %) luokan 1 (alle 2.000 dwt:n) aluksilla. Pohjois-Suomen kuljetuksissa 2.001-3.500 dwt:n luokka on ollut yleisin (43 %), kun taas yli 6.000 dwt:n (luokat 4 ja 5) alusten panos on ollut sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa merkitykseltään pieni (yhteensä n. 8 %).

Muusta yksikkötavarasta ovat alusluokat 1 ja 2 (alle 3.500 dwt) kuljettaneet sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa 3/4, ja alle 2.000 dwt:n alusten osuus koko liikenteestä oli 40-50 %.

Suomalaisten alusten osuus maamme ulkomaisesta tavaraliikenteestä on ollut viime vuosina suunnaltaan supistuva. Vuonna 1970 osuus oli keskimäärin 42 %. Talvikuukausina se oli kuitenkin varsinkin viennissä huomattavasti suurempi kuin koko vuonna keskimäärin (kuva 25). Se johtunee siitä, että suhteellisen suuri osa kotimaisista aluksista on jäävähvisteisiä, ja jäävähvistamattomien ulkomaisten alusten liikenne keskittyy avovesikauteen.



Kuva 25. Suomalaisten alusten osuus satamien ulkomaisesta tavaraliikenteestä (pl. kivennäisöljyn kuljetukset) kuukausittain v. 1970.  
(Lähde: Merenkulkuilastoa v. 1970/1-12)

Alusten lastimäärän ja kantavuuden suhde kuvaa karkeasti alusten kuljetuskapasiteetin hyväksikäyttöä<sup>1)</sup>. Taulukon 20 luvut osoittavat kuinka monta prosenttia Pohjois-Suomen satamissa liikenneineistä tuonti- ja vientialuksista on ollut sellaisia, joiden satamissa käsittelemä lasti on ollut 75-100 %, 50-75 % jne. aluksen kantavuudesta.

Taulukko 20. Pohjois-Suomen satamissa v. 1970 liikenneineiden alusten lastin ja kantavuuden suhteen jakauma

Lasti % kantavuudesta, tonnia	% aluksista					
75-100	1,6	-	0,2	-	0,1	2,6
50- 75	1,0	-	-	0,1	0,1	0,2
25- 50	0,6	-	0,2	0,1	-	0,1
10- 25	0,6	0,7	0,5	0,1	-	0,1
1-10	0,7	0,2	1,7	1,8	0,5	0,3
0	-	1,5	7,1	13,0	14,8	49,5
Lasti % kantavuudesta, vienti	0	1-	10-	25-	50-	75-
		10	25	50	75	100

Taulukon mukaan oli Pohjois-Suomen satamissa käy-  
neistä aluksista:

- 1) kantavuudesta 75-100 % hyväksi käyttäneinä Suomeen saapuneita, mutta painolastissa lähteneitä aluksia on ollut 1,6 %,
- 2) Suomesta 75-100 % lastia kantavuudesta ottaneita, mutta tänne painolastissa saapuneita aluksia on ollut 49,5 %,
- 3) 75-100 % lastia kantavuudesta molempiin suuntiin kuljettaneita aluksia on ollut 2,6 % alusluvusta,
- 4) muilla aluksilla on ollut vajaa lasti toiseen tai molempiin kulkusuuntiin.

Tarkasteltaessa eri aluskokoluokkien kuljettaman tonnimäärän ja kantavuuden suhdetta (t/dwt) saadaan vain yhdessä Pohjois-Suomen satamassa tai yhdessä Suomen satamassa käyneiden alusten suhdeluviiksi (taul. 21)<sup>2)</sup>.

1) Kantavuudesta voidaan käyttää hyväksi vain osa, mikä vaihtelee tavararyhmittäin niiden vaatimasta tilasta (j<sup>3</sup>/t) eli ahtauskerroimesta riippuen.

2) Aluksen täyttöaste (lastin ja lastauskyvyn suhde) ottaa huomioon tavararyhmittäin alusten lastitilan todellisen hyväksikäytön määrän. Täyttöaste lasketaan lisäksi tavallisesti edestakaiselta matkalta, jolloin toiseen suuntaan täydessä lastissa ja toiseen suuntaan painolastissa kulkeneen aluksen täyttöaste on 0,50 (= 50 %) ja molempiin suuntiin täydessä lastissa kulkeneen aluksen täyttöaste voi olla enintään 1,00 (= 100 %). Näinollen täyttöastetta laskettaessa taulukon luvut on jaettava kahdella, mutta lisäksi on otettava huomioon eri tavararyhmien ahtauskerroin.



Taulukko 21. Yhdessä Pohjois-Suomen tai yhdessä Suomen satamassa lastanneiden ja purkaneiden alusten keskimääräiset lastit t/dwt kantavuusluokittain v. 1970

Kantavuusluok- ka, dwt	Lasti t/dwt					
	Joukkotavara		Selluloosa		Yksikkötavara	
	P-Suomi	Koko Suomi	P-Suomi	Koko Suomi	P-Suomi	Koko Suomi
alle 2000	1,39	1,36	1,20	1,14	0,88	0,86
2001 - 3500	0,97	1,00	0,87	0,89	0,83	0,76
3501 - 6000	1,20	1,63	0,58	0,60	0,78	0,62
6001 - 10000	0,78	0,89				
yli 10000	0,79	1,07				

Taulukon mukaan on kantavuutena ilmaistua aluksen kapasiteettia yleensä voitu käyttää hyväksi suhteellisesti sitä vähemmän mitä suurempi on alus ollut. Joukkotavara-alusten käsittelymäärälastin ja kantavuuden suhde on ollut suurempi kuin selluloosa-alusten, ja yksikkötavara-aluksilla arvo t/dwt on ollut pienin. Tähän on vaikuttanut mm. eri tavararyhmien erilainen ahtauskerroin, ts. alukseen lastatun tavaran vaatima tila tavaratonnia kohden ( $j^3/t$ ). Keskimäärin tämä on esim. kivihiilellä 45  $j^3/t$ , selluloosalla 60  $j^3/t$  ja pake-toidulla sahatavaralla 100  $j^3/t$ .

Osalla joukkotavaraa kuljettaneista aluksista ja alle 2.000 dwt:n selluloosa-aluksilla on lastin ja kantavuuden suhde ollut suurempi kuin 1. Tämä merkitsee sitä, että niillä on ollut lastia molempiin kulkusuuntiin, sillä täyteen lastatun aluksen lasti on enintään 0,90-0,95 t/dwt.

### 3.1.3

#### Alusten viipymisaika satamassa

Alusten viipymisaika satamassa voidaan jakaa kolmeen ryhmään: 1) viivytyksiin ennen aluksen kiinnittymistä laituriin (esim. laituripaikan odotus), 2) aluksen huollon vaatimaan aikaan ja 3) lastinkäsittelyn vaatimaan aikaan. Viimemainittuun sisältyvät tehollisen lastaus- ja/tai purkaustyön lisäksi erilaiset tauko- ja häiriöajat työpäivän aikana sekä työnsuorituksen keskeytykset työpäivien välillä ja viikonloppuina.

Aluksen huolto- ja lastinkäsittelyaika ovat yleensä samanäikaisia, joskin lastinkäsittelyn nopeutuminen saattaa johtaa siihen, että huolto vaatii lisää aikaa. Seuraavassa tarkastellaan viipymisaikaa kuitenkin yhtenä kokonaisuutena vuoden 1970 meriliikennetilaston perusteella, jakamatta viipymisaikaa osiin. Tilastointimenetelmästä johtuen ovat todelliset viipymisajat keskimäärin puoli vuorokautta nimellismäärää lyhyempiä.

1) Esim. 3.500 dwt:n alus lastaa selluloosaa 3.100 t ja paperia 2.300 t jne. Tämän mukaan esim. Pohjois-Suomen satamissa 2.000-3.500 dwt:n selluloosa-alusten täyttöaste oli 0,49 ja alle 2.000 dwt:n aluksilla 0,68 sekä yli 3.500 dwt:n aluksilla 0,33.



Alusten viipymisaika satamassa ilmaistaan sekä vuorokausina/alus että vuorokausina/käsitelty tavaramäärä. Jos satamakäyntejä on ollut vain yksi, on selluloosa- ja yksikkötavara-alusten (3.386 alusta) viipymisaika ollut kaikissa Suomen satamissa keskimäärin 3,5 vrk/alus ja 2,9 vrk/1000 tavaratonnia (taul. 22).

**Taulukko 22.** Yhdessä Suomen satamassa käyneiden selluloosa- ja yksikkötavara-alusten viipymisajat ja alusten käsittelemät tavaramäärät v. 1970

Kantavuusluokka, dwt	Aluksia kpl	Viipymisaika		Tavaraa t/alus
		vrk/alus	vrk/1.000 t	
alle 2000	2.577	3,39	4,05	840
2001 - 3500	480	3,67	1,83	2.010
3501 - 6000	170	4,09	1,50	2.720
6001 - 10000	97	3,81	1,39	2.740
yli 10000	62	4,30	1,11	3.880
Keskim.		3,50	2,89	1.210

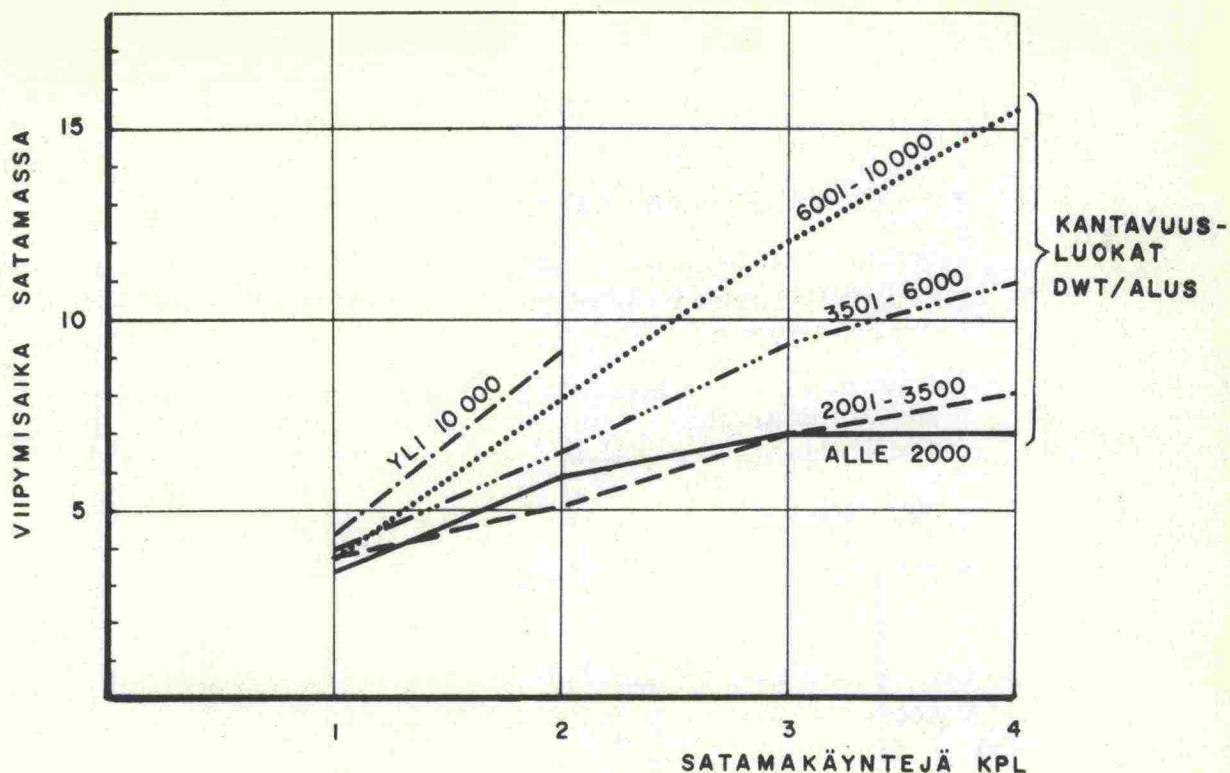
Jos alukset ovat käyneet useammassa kuin yhdessä Suomen satamassa samalla matkalla, on viipymisaikaan luettu mukaan satamien väliseen siirtymiseen kulunut aika. Tällöin havaitaan, että satamakäyntien luvun kasvaessa voimistuu aluskohtaisen viipymisajan (vrk/alus) kasvu aluskoon kasvaessa (kuva 26), kun taas 1.000 tavaratonnia kohti laskettu viipymisaika (vrk/1.000 t) yleensä pienenee aluskoon kasvaessa (kuva 27).

Jos verrataan vain yhdessä Suomen satamassa käyneiden selluloosa- ja yksikkötavara-alusten viipymisaikoja käytännön mukaisiin keskimääräisiin viipymisaikoihin (käyntejä useammassa kuin yhdessä satamassa), havaitaan viimeainittujen olleen 1 vrk/alus (31 %) ja 1/2 vrk/1.000 tonnia (19 %) pitempiä (taul. 23). Lisälastia ovat alukset saaneet usealla käynnillä keskimäärin 360 t/alus (30 %), verrattuna yhdessä satamassa käyntiin.

**Taulukko 23.** Selluloosa- ja yksikkötavara-alusten viipymisaikojen ja lastin lisäykset alusten poiketessa Suomessa yhden sataman asemesta useaan satamaan käytännön mukaisesti v. 1970

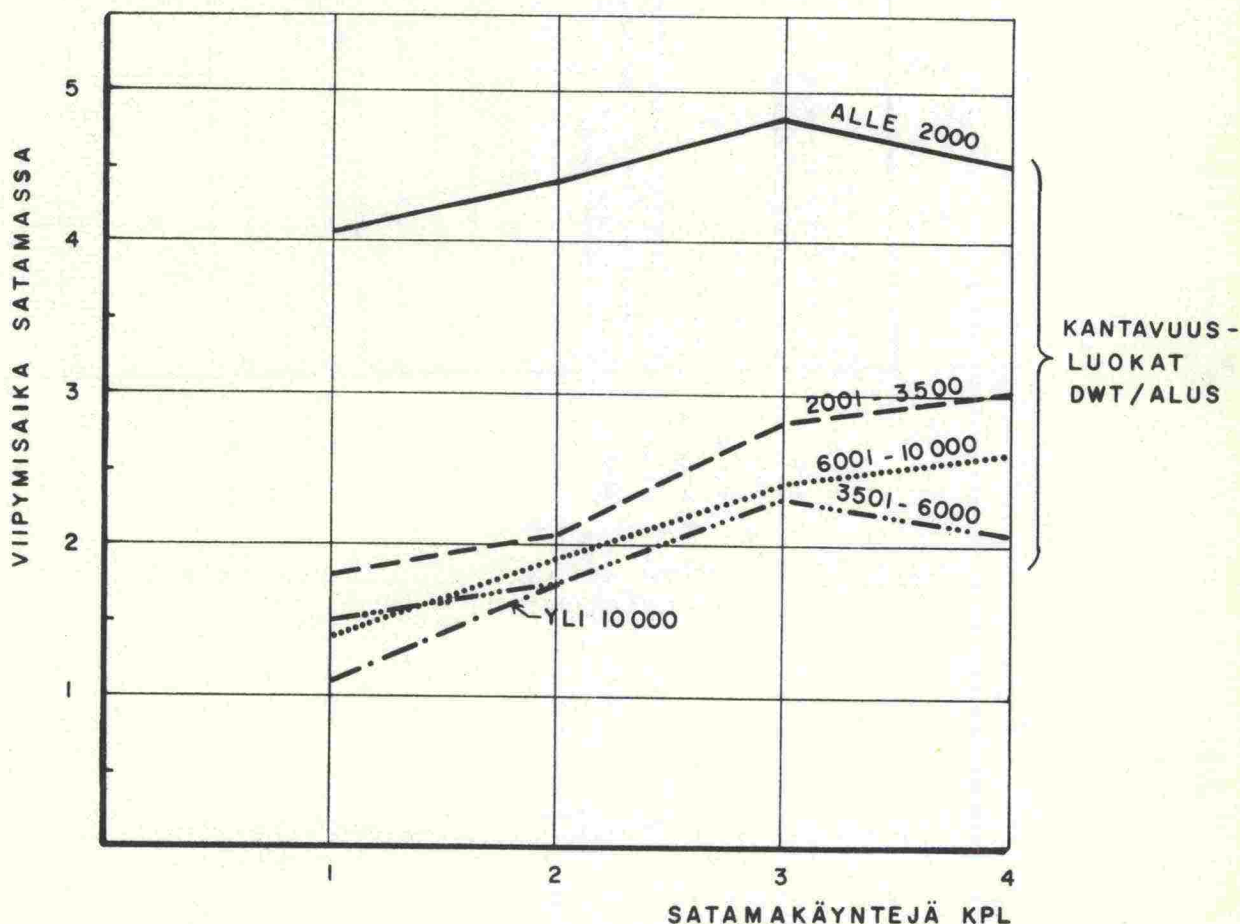
Kantavuusluokka dwt	Viipymisajan lisäys			Lastin lisäys	
	vrk/alus	%	vrk/1.000 t	t/alus	%
alle 2000	0,79	23	0,12	150	18
2001 - 3500	1,37	37	0,29	330	16
3501 - 6000	1,60	39	0,17	590	22
6001 - 10000	3,03	80	0,34	940	34
Keskimäärin	1,07	31	0,54	360	30





Kuva 26. Eri kantavuusluokkiin kuuluvien selluloosa- ja yksikkötavara-alusten keskimääräiset viipymisaajat Suomen satamissa vrk/alus satamakäyntien luvun vaihdellessa.

VRK/1000  
TAVARTONNIA



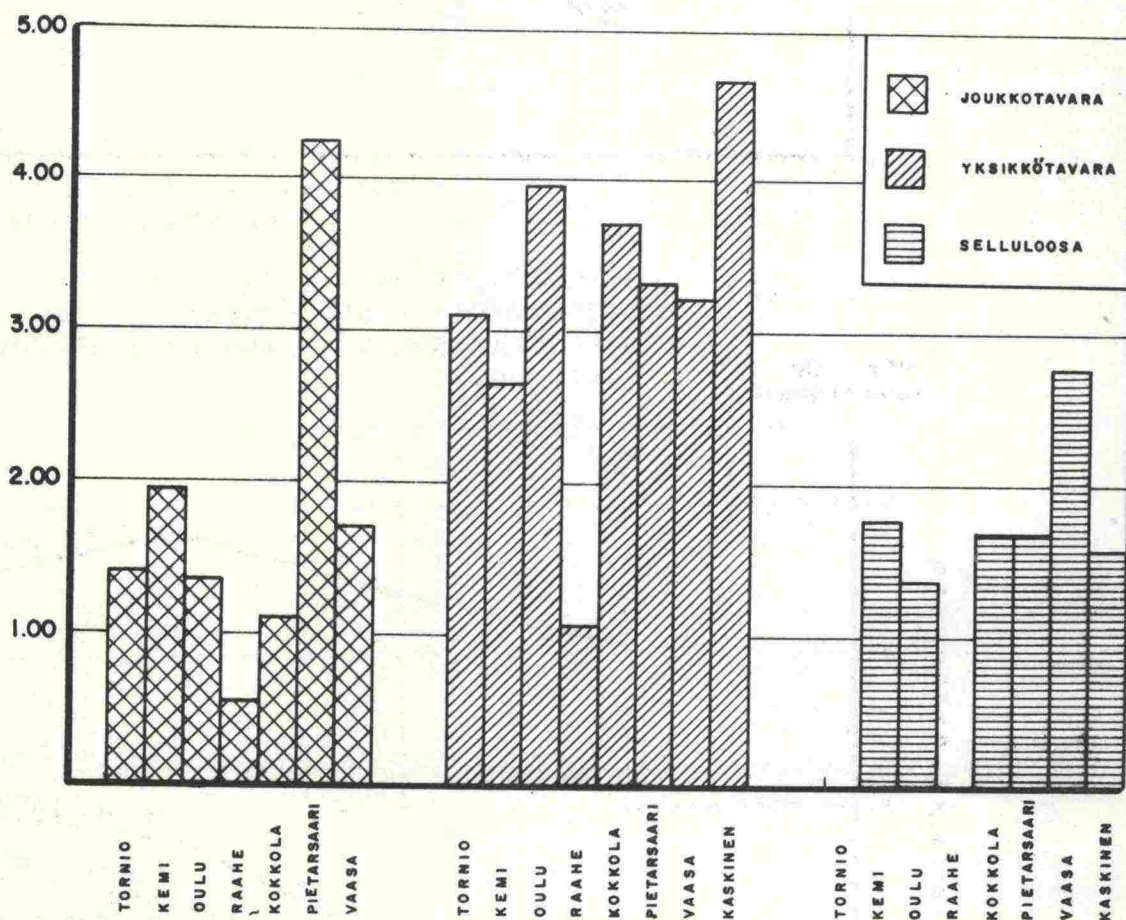
Kuva 27. Eri kantavuusluokkiin kuuluvien selluloosa- ja yksikkötavara-alusten keskimääräiset viipymisaajat Suomen satamissa vrk/1.000 t satamakäyntien luvun vaihdellessa.

Taulukon mukaan kasvaa sekä absoluuttinen että suhteellinen viipymisajan lisäys vrk/alus säännöllisesti aluskoon suuretessa (taulukosta ja jätetty pois yli 10.000 dwt:n alusluokka, koska sitä koskeva havainto-aineisto oli suhteellisen pieni, 62 alusta).

Myös viipymisajan lisäys vrk/1.000 t yleensä hieman kasvaa aluskoon suuretessa, kuten myös lastin suhteellinen lisäys.

Kuvassa 28 on esitetty satamittain eri tavararyhmiä kuljettaneiden alusten keskimääräinen viipymisaika Pohjois-Suomen satamissa tuhatta tavaratonnia kohti.

VRK/1000 T



Kuva 28. Alusten keskimääräinen viipymisaika Pohjois-Suomen satamissa (vrk/1.000 t).



## 3.2 Satamaliikenne

## 3.2.1 Kokonaisliikenne

Maan kaikkien satamien ja Pohjois-Suomen satamien (Tornio-Kristiinankaupunki) tavaraliikenne oli vuosina 1960, 1966 (Etelä-Suomen satamatutkimuksen perusvuosi) ja 1970 taulukon 24 mukainen:

Taulukko 24. Koko maan ja Pohjois-Suomen merisatamien tavaraliikenne v. 1960, 1966 ja 1970 sekä Pohjois-Suomen suhteellinen osuus koko maan liikenteestä

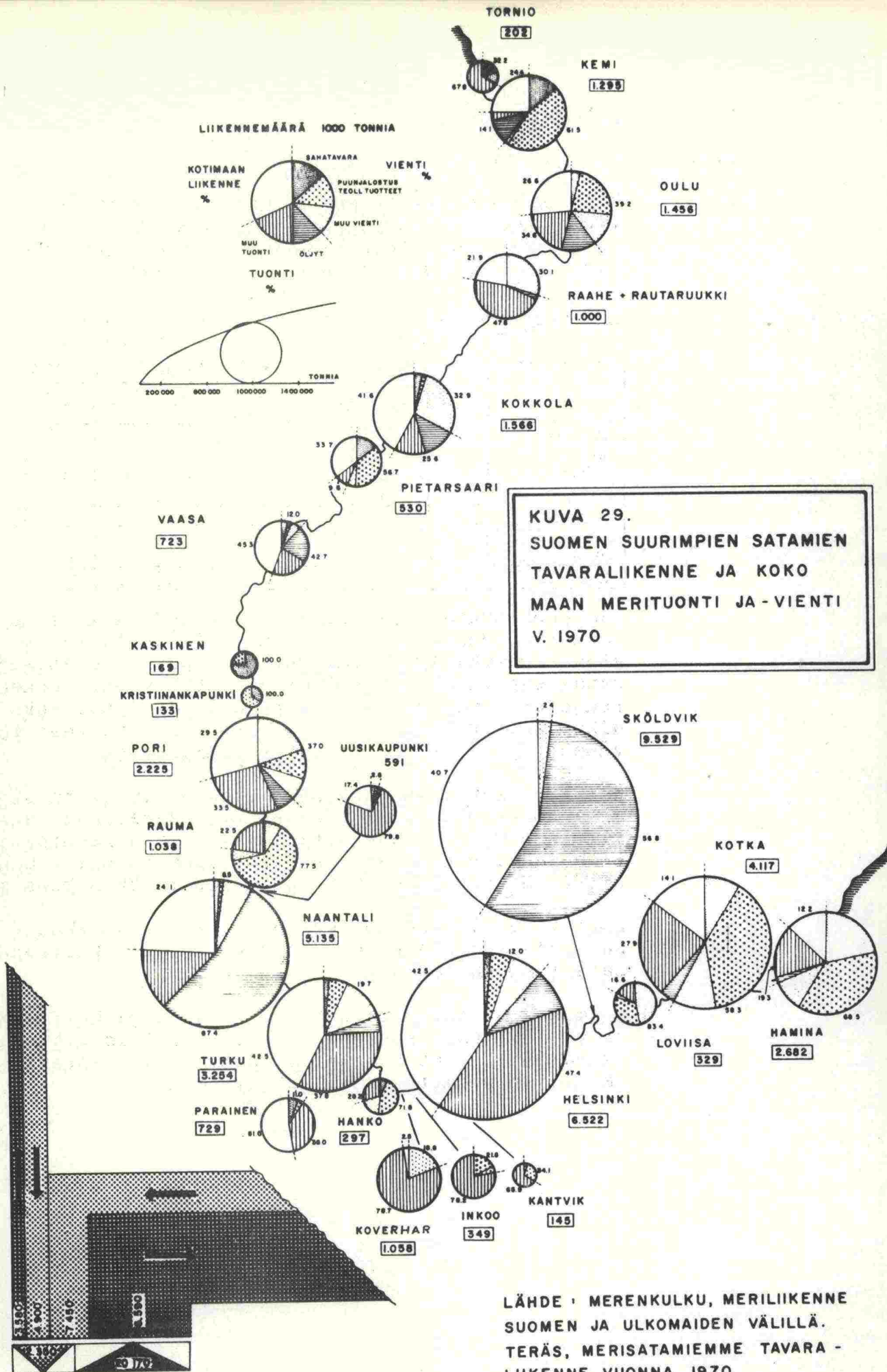
	Kaikki satamat			Pohjois-Suomen satamat					
	1960	1966	1970	1960	1966	1970	1960	1966	1970
	milj. tonnia						%		
Ulkomaanliikenne									
- Tuonti	9,0	14,9	20,2	1,1	2,1	2,1	12	14	10
- Vienti	10,4	10,1	12,4	3,5	2,9	3,2	34	29	26
Yhteensä	19,4	25,0	32,6	4,6	5,0	5,3	24	20	16
Kotimaan rannikkoliikenne	2,3	6,6	12,9	0,4	1,2	2,1	17	18	16
Kaikkiaan	21,7	31,6	45,5	5,0	6,2	7,4	23	20	16

Taulukon mukaan ulkomaanliikenteessä kaikkien satamien tuonti vuodesta 1960 vuoteen 1970 kasvoi 124 % ja vienti kasvoi 19 %. Samana ajanjaksona Pohjois-Suomen satamissa tuonti kasvoi 91 %, mutta vienti väheni 9 %. Pohjois-Suomen satamien suhteellinen osuus koko maan ulkomaanliikenteestä on vuodesta 1960 vuoteen 1970 vähentynyt 24 prosentista 16 prosenttiin.

Kaikkien satamien rannikkoliikenne 5,6 kertaistui vuosina 1960-1970, ja Pohjois-Suomen satamissa rannikkoliikenne kasvoi 5,3-kertaiseksi, joten rannikkoliikenteen kasvu Pohjois-Suomen satamissa on ollut suurin piirtein yhtä voimakasta kuin keskimäärin koko maassa.

Koko tavaraliikenteen kasvu oli ko. ajanjaksona kaikissa merisatamissa keskimäärin 7 %/v ja Pohjois-Suomen satamissa vajaat 4 %/v.

Suomen suurimpien satamien ulkomaan- ja kotimaanliikenne v. 1970 käy havainnollisesti selville piirroksista (kuva 29), jonka mukaan mm. kotimaanliikenteen osuus vaihtelee huomattavasti satamittain.





## 3.2.2 Ulkomaanliikenne

Pohjois-Suomen satamien tuonti on vuodesta 1960 vuoteen 1970 kaksinkertaistunut (taul. 25). Tähän on vaikuttanut lähinnä polttoaineiden, malmin ja ryhmän "muu tavara" (koneet ja rakennusmateriaali) tuonnin kasvu. Taulukosta 25 havaitaan Pohjois-Suomeen tuotujen tavaralajien suhteellisten osuuksien muuttuneen selvästi vuodesta 1960 vuoteen 1970.

Taulukko 25. Pohjois-Suomen satamien ulkomainen tuonti tavaralajeittain ja osuus koko maan merituonnista v. 1960 ja 1970

Tavaralaji	Tuonti 1.000 t		% koko maan vastaavasta tuonnista	
	1960	1970	1960	1970
Vilja ja viljatuotteet	15	10	16	12
Kivihiili ja koksi	358	389	12	11
Metallit ja metalliteokset	4	38	1	4
Lannoitusaineet	157	77	34	14
Kivennäisöljyt	314	789	11	8
Kappaletavara	53	28	7	2
Puutavara	-	66	-	24
Malmi	.. <sup>1)</sup>	162	..	17
Muu tavara	152 <sup>1)</sup>	560	11	20
Yhteensä	1.053	2.119	12	10

Lähde: Merenkulku, meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä v. 1960 ja v. 1970

Pohjois-Suomen satamien vienti on vuosina 1960-1970 ollut painomäärältään vähenevä (taul. 26). Vuonna 1960 raakapuun osuus (paperi- ja hiokepuu, kaivospölyt, parrut ja muu sahaamaton puu) oli 33 % viennistä, sahatavaran ja muiden puunjalosteiden osuus 52 %. Raakapuun viennin osuus oli v. 1970 enää 10 % kun taas sahatavaran ym. puunjalostusteollisuuden tuotteiden osuus oli kasvanut 63 prosentiksi. Luvut kuvastavat hyvin ko. ajanjaksona tapahtunutta raakapuun viennin supistumista ja toisaalta puunjalostusteollisuuden jalostusasteen kokoamista. Vienti on muutoinkin tarkastelujakson kuluessa selvästi monipuolistunut.

Tarkasteltaessa taulukon 26 perusteella Pohjois-Suomen satamien kautta vietyjen tavaralajien osuutta koko maan vastaavien tavaralajien viennistä havaitaan, että raaka-aineluontoisista tavaralajeista (raakapuu ja malmi) on erittäin suuri osa viety Pohjois-Suomen satamien kautta ja tämä osuus on selvästi suurentunut vuodesta 1960 vuoteen 1970. Muiden tavaralajien osuudessa ei näytä tapahtuneen yhtä olennaisia muutoksia.

<sup>1)</sup> Malmin tuontia tilastoitiin vuoteen 1965 asti ryhmään "muu tavara".

**Taulukko 26.** Pohjois-Suomen satamien vienti tavaralajeittain ja osuus koko maan meriviennistä v. 1960 ja 1970

Tavaralaji	Vienti 1.000 t		% koko maan vastaa- vasta viennistä	
	1960	1970	1960	1970
Sahattu puutavara	1.014	807	33	28
Paperi- ja hiomapuu	627	177	47	91
Kaivospölyt	362	70	64	91
Parrut	1	-	7	-
Muu sahaamaton puu	169	82	53	24
Puuhioke ja selluloosa	787	955	40	45
Paperi, pahvi ja kartonki	17	232	1	7
Vaneri	-	-	-	-
Kappaletavara	1	388	1	30
Malmit	477	257	65	88
Muu tavara	25	209	7	15
<b>Yhteensä</b>	<b>3.480</b>	<b>3.177</b>	<b>33</b>	<b>26</b>

Lähde: Merenkulku, meriliikenne Suomen ja ulkomaiden välillä v. 1960 ja v. 1970

Pohjois-Suomen tärkeimpien satamien ulkomaanliikenne vuosina 1960-1970 (Hytti 1972) on esitetty piirroksena (30). Seuraavassa tarkastellaan näiden satamien liikennettä vuoden 1970 liikennemäärien perusteella.

Tornion sataman Röyttän lyhyt aukioloaika (keskim. 6 kk/v) on ollut eräänä syynä liikenteen vähäisyyteen (0,2 milj.t). Vuodesta 1966 lähtien on tuonti ja jossain määrin myös vienti kuitenkin osoittanut kasvua.

Tärkein tavaralaji tuonnissa (136.000 t) oli kivihiili ja koksi, 88.000 t eli 65 %. Puutavaraa tuotiin uuttaen 40.000 t eli 29 %. Viennistä (65.000 t) oli sahatavaraa 35.500 t eli 54 %.

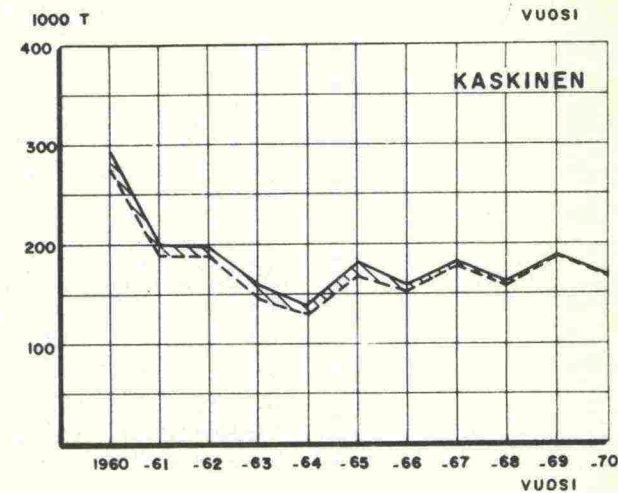
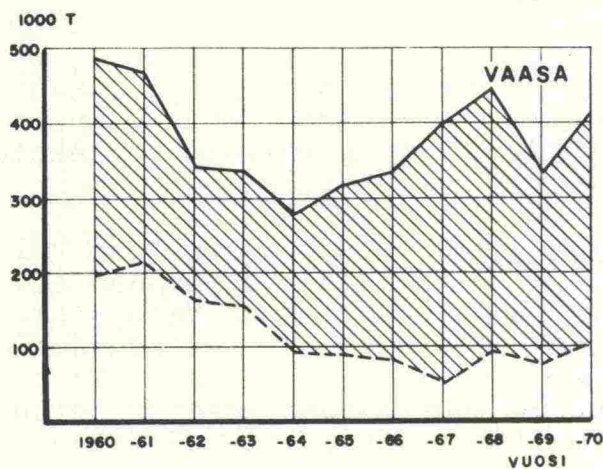
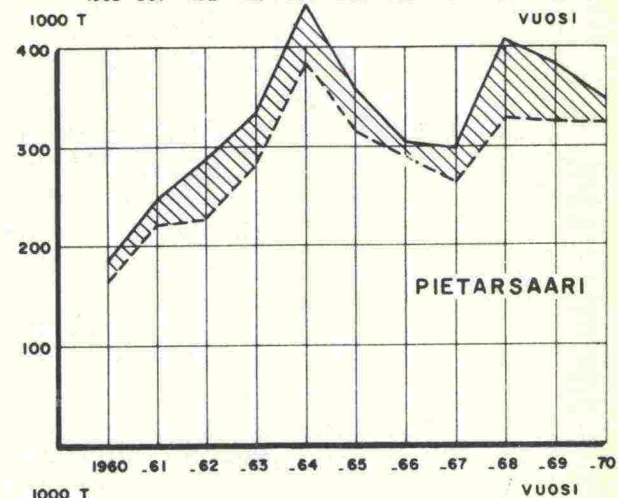
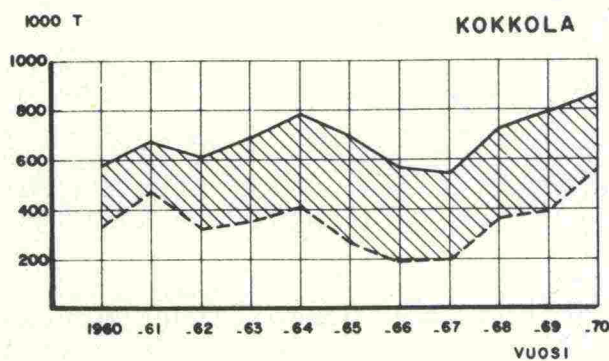
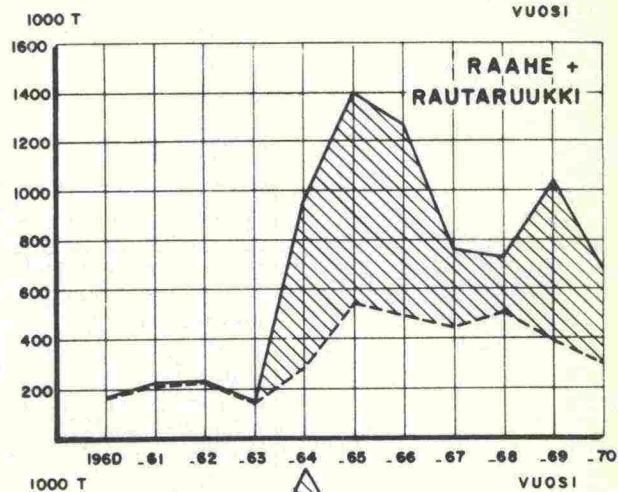
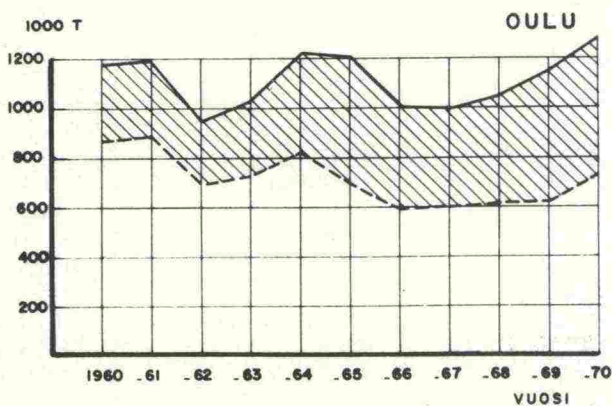
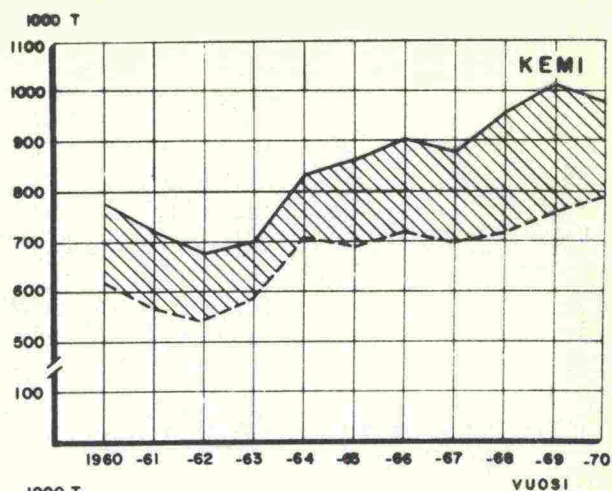
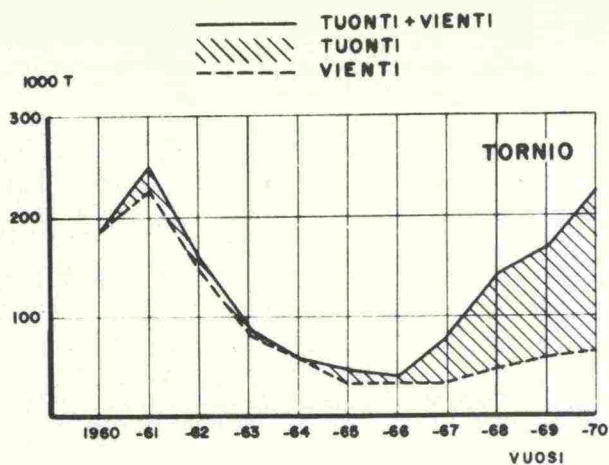
Kemissä oli Ajoksen ja Veitsiluodon satamien liikenne yhteensä 1,0 milj.t, ja tavaralajeittain se jakautui taulukon 27 mukaisesti:

**Taulukko 27.** Kemien satamien ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Kivihiili ja koksi	0,8	0,4	Sahatavara	175,9	22,0
Metallit ja metalliteokset	1,6	0,9	Puuhioke ja selluloosa	448,6	56,3
Kivennäisöljyt	144,8	79,3	Paperi yms.	141,1	17,7
Kappaletavara	0,7	0,4	Kappaletavara	6,8	0,9
Muu tavara	34,8	19,0	Muu tavara	24,3	3,1
<b>Yhteensä</b>	<b>182,7</b>	<b>100,0</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>796,7</b>	<b>100,0</b>

Kemin Ajoksen tuonti oli 170.000 t ja vienti oli 557.000 t. Suurimman tuontitavararyhmän (85 %) muodostivat kivennäisöljyt. Viennin suurin tavararyhmä (65 %) oli selluloosa, jonka vienti on viime vuosina kuitenkin vähentynyt.





KUVA 30. POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN ULKOMAINEN LIIKENNE V. 1960 - 70.

LÄHDE: SATAMALIITON TILASTOT, RAUTARUUKKI OY

Kemin Veitsiluodon sataman välittämä liikenne on ollut lähes yksinomaan Veitsiluoto Oy:n Veitsiluodon ja Kemijärven teollisuuslaitosten vientiä. Sataman liikenne on lisääntynyt huomattavasti vuodesta 1968 lähtien, kun osa Kemijärven tehtaan viennistä on suoritettu Veitsiluodon sataman kautta.

Sataman tuonti v. 1970 (13.000 t) käsitti lähinnä puunjalostusteollisuuden kemikaaleja ja täyteaineita (soodaa ja kaoliinia). Sataman viennistä (240.000 t) muodostivat suurimman tavararyhmän selluloosa ja Paperi (72 %) sekä sahatavara (26 %).

Oulun sataman liikenne (taul. 28) on viime vuosina jonkin verran pienentynyt, johtuen pääasiassa rikasteen viennin vähenemisestä.

Taulukko 28. Oulun sataman ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Vilja ja viljatuotteet	0,1	0,0	Sahatavara	57,1	10,0
Kivihiili ja koksi	129,0	25,6	Muu puutavara	87,9	15,4
Metallit ja metalliteokset	1,2	0,2	Puuhioke ja selluloosa	292,8	51,3
Lannoitteet	25,9	5,1	Paperi ym.	35,4	6,2
Kivennäisöljyt	217,4	43,2	Kappaletavarat	0,0	0,0
Kappaletavarat	0,7	0,1	Malmi	84,9	14,9
Malmi	2,1	0,4	Muu tavara	12,6	2,2
Muu tavara	127,8	25,4			
Yhteensä	504,2	100,0	Yhteensä	570,7	100,0

Tuonnista muodostivat polttoaineet (kivihiili, koksi ja kivennäisöljyt) 69 %. Viennistä oli yli puolet (51 %) selluloosaa. Malmien vientiosuus, joka aikaisemmin oli jopa 30 % Oulun ulkomaan viennistä oli enää vajaat 15 %.

Lisäksi Oulun kaupungin alueella sijaitsevan Patenien sataman (Oulu Oy) kautta vietiin v. 1970 94.000 t sahatavaraa.

Raahen seudun satamien, Lapaluodon ja Rautaruukin kokonaistuonnista (480.000 t) oli Rautaruukin sataman osuus 99.8 % ja kokonaisviennistä (301.000 t) 96 %.

Raahen Lapaluodon liikenne on tasaisesti rikasteen viennin vähetessä laskenut vuoden 1962 huipusta, ja v. 1970 se oli 14.000 t, josta raakapuun vientiä oli 70 %.

Raahen Rautaruukin satama sijaitsee tehtaan välittämässä yhteydessä, ja se välittää yksinomaan em. tehtaan liikennettä. Tehdas on toiminut Saloisissa vuodesta 1964 lähtien. Sataman ulkomaanliikenteen määrä on vaihdellut melko runsaasti vuosittain. Tehtaan toiminnan alkuvuosien suuret tuontimäärät johtuivat koksien ja malmin merituonnista, mikä on viime vuosina vähentynyt; mm. koksia on ryhdytty tuomaan rauta-



teitse Neuvostoliitosta ja kotimaisen malmin osuus tehtaan raaka-aineena on lisääntynyt.

Rautaruukin sataman tuonnin suurimpia eriä olivat (taul. 29) malmit (33 %), kivihiili ja koksi (24 %) ja muu tavara (39 %). Viimemainittu sisältää lähinnä rakennusmateriaalia ja koneita. Vienti käsitti lähes yksinomaan kappaletavaraa, kuten teräslevyjä ja aihioita.

Taulukko 29. Rautaruukin sataman ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Kivihiili ja koksi	112,5	23,5	Raakapuu	0,7	0,3
Metallit ja metalliteokset	14,7	3,1	Kappaletavara	285,5	99,2
Kivennäisöljyt	8,2	1,7	Muu tavara	1,6	0,5
Malmit	156,6	32,7			
Muu tavara	106,5	39,0			
Yhteensä	478,5	100,0	Yhteensä	287,8	100,0

Kokkolan satama on yhdessä Pietarsaaren sataman kanssa toiminut Pohjois-Suomen teollisuuden (lähinnä puunjalosteiden) viennin talvisiirtymän ensimmäisenä portaan. Sataman puunjalostustuotteiden vienti (20.000 t) on kokonaisuudessaan pohjoisempaa tullutta talvisiirtymää.

Raakapuun vienti, joka vuosikymmenen alussa oli huomattavaa (200.000-300.000 t/v), on voimakkaasti supistunut (86.000 t v. 1970). Vuosina 1966 ja 1967 vienti saavutti aallonpohjan, mutta v. 1970 nousi ennätysmäärään, ja malmin vienti oli 55 % koko maan malmiviennistä. Myös tuonnin rakenne on muuttunut, ja nykyiset tavaralajit ovat (taul. 30):

Taulukko 30. Kokkolan sataman ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Kivihiili ja koksi	0,4	0,1	Sahatavara	51,3	10,0
Metallit ja metalliteokset	0,6	0,1	Raakapuu	85,8	16,7
Lannoitteet	49,3	12,3	Puuhioke ja selluloosa	16,5	3,2
Kivennäisöljyt	206,9	51,7	Paperi ym.	3,5	0,7
Kappaletavara	3,5	0,9	Kappaletavara	49,1	9,5
Malmit	3,0	0,7	Malmit	161,6	31,4
Muu tavara	136,9	34,2	Muu tavara	147,1	28,5
Yhteensä	400,6	100,0	Yhteensä	514,9	100,0

Pietarsaaren sataman liikenne 1960-luvulla on kasvanut. Paikkakunnalla sijaitsevalla puunjalostusteollisuudella on merkittävä osuus liikenteessä. Myös Pohjois-Suomen puunjalosteiden viennin talvisiirtymästä suuntautuu tietty osa ensimmäisessä vaiheessa Pietarsaaren sataman kautta. Tavaralajit olivat (taul. 31):

Taulukko 31. Pietarsaaren sataman ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Kivihili ja kksi	2,0	4,0	Sahatavara	77,0	25,6
Metallit ja metalli-teokset	4,4	8,7	Muu raakapuu	17,1	5,7
Kivennäisöljyt	4,0	7,9	Puuhioke ja selluloosa	146,4	48,6
Kappaletavara	3,1	6,1	Paperi ym.	47,8	15,9
Raakapuu	24,7	48,8	Kappaletavara	3,2	1,1
Muu tavara	12,4	24,5	Muu tavara	9,3	3,1
Yhteensä	50,6	100,0	Yhteensä	300,8	100,0

Pietarsaaren sataman liikenteen tuonnissa suurin erä on raakapuu (49 %), jota on tuotu Ruotsista uittaen. Tämä ei kuulu varsinaiseen satamaliikenteeseen. Viennistä on puunjalostusteollisuuden tuotteiden (ml. sahatavara) osuus yli 90 %.

Vaasan satamaa ei yleensä ole pidetty avoinna pohjoisempien satamien sulkeuduttua, koska tällöin olisi jouduttu avustamaan aluksia suhteellisen pitkää matkaa yksinomaan Vaasaan.

Sataman liikennemäärät ovat vaihdelleet runsaasti 1960-luvulla. Kasvava Merenkurkun lauttaliikenne on lisännyt liikennemääriä (vrt. kohtia 3.2.5 ja 4.1.6). Lauttaliikenne onkin leimaa-antava Vaasan sataman alusliikenteelle, josta noin puolet on autolauttoja. Matkustajien ja henkilöautojen lisäksi ne kuljettavat Ruotsiin huomattavan määrän Etelä-Pohjanmaan pienteollisuuden ja elintarviketeollisuuden tuotteita.

Vuonna 1970 polttoaineiden (kivihili ja koksi + kivennäisöljyt) tuonti muodosti lähes 70 % tuonnista (taul. 32). Viennin huomattavimmat tavaralajit olivat sahatavara 40 % ja kappaletavara 22 %. Viimemainittu on kuljettettu pääasiassa autolautoilla.

Taulukko 32. Vaasan sataman ulkomaanliikenne v. 1970

Tuonti			Vienti		
Tavaralaji	1.000 t	%	Tavaralaji	1.000 t	%
Vilja ja viljatuotteet	10,1	3,3	Sahatavara	34,0	39,3
Kivihili ja koksi	52,9	17,7	Raakapuu	5,2	6,0
Metallit ja metalli-teokset	13,5	4,4	Puuhioke ja selluloosa	8,4	9,7
Lannoitteet	1,9	0,6	Paperi ym.	1,3	1,5
Kivennäisöljyt	155,3	50,2	Kappaletavara	19,0	21,9
Kappaletavara	20,4	6,6	Malmit	6,4	7,4
Malmit	0,4	0,1	Muu tavara	12,3	14,2
Muu tavara	54,5	17,6			
Yhteensä	309,0	100,0	Yhteensä	86,6	100,0

Kaskisten sataman tuonti on jatkuvasti vähentynyt, eikä sitä v. 1970 ollut lainkaan. Vienti on pysynyt suurin piirtein samansuuruisena, vaihdellen vain talviololoista johtuen (talvisiirtymä). Viennistä (169.000 t) muodosti sahatavara 73 %, puuhioke ja selluloosa 25 % sekä raakapuu 2 %.



Muita Pohjois-Suomen satamia ovat useat pienehköt satamat ja lastauspaikat, jotka ovat olleet lähinnä raakapuun ja sahatavaran vientipisteitä. Näiden lisäksi Virpiniemessä on öljysatama. Näiden satamien liikennemäärät v. 1970 olivat (taul. 33):

Taulukko 33. Pohjois-Suomen satamien ulkomaanliikenteen määriä v. 1970

Satama	Vienti	Tuonti
	1.000 tonnia	
Päteniemä	94	-
Haukipudas	96	-
Iin Röyttä	3	3
Virpiniemi	-	52
Himanka	13	-
Rahja	43	-
Kronvik	17	1
Sillgrund	1	-
Kristiinankaupunki	133	..
Merikarvia	18	-
Yhteensä	391	56

### 3.2.3 Kotimaanliikenne

Pohjois-Suomen satamien kotimaisesta rannikkoliikenteestä, joka v. 1970 oli 2,1 milj.t muodosti tuonti 87 %. Siten rannikkoliikenteen tuonti oli 1,8 milj.t, ja kivennäisöljyn osuus siitä oli runsas 90 %. Kivennäisöljystä tuotiin 10 % Naantalin ja 90 % Sköldvikin jalostamolta. Muusta rannikkoliikenteestä todettakoon, että rikkihapon vienti Kokkolasta Uuteenkaupunkiin on vuosittain lähes 200.000 t. Rautaruukin satamasta vientiin v. 1970 Taalintehtaalalle 35.000 t harkkorautaa ja Helsinkiin kuonaa 40.000 t (poltettua kalkkia), Pietarsaareen tuotiin Paraisilta 51.000 t irtosementtiä ja 14.000 t kalkkikiveä sekä Vaasaan tuotiin 48.000 t irtosementtiä. Muu osa rannikkoliikenteestä oli lähinnä rakennushiekan tuontia (taul. 34).

Taulukko 34. Pohjois-Suomen satamien kotimaanliikenne v. 1970

Satama	Tuonti		Vienti	
	Kivennäisöljy	Muu tavara	Kivennäisöljy	Muu tavara
	1.000 t			
Vaasa	258	62	-	8
Pietarsaari	113	66	-	-
Kokkola	463	5	-	183
Rautaruukki	128	16	-	75
Kemi	316	-	-	-
Oulu	361	20	-	7
Yhteensä				
Pohjois-Suomen satamat	1.639	169	-	273
Koko maan merisatamat	4.781	2.790	5.001	731

## 3.2.4 Autolauttaliikenne

Vuonna 1969 oli autolauttayhteys Suomesta Ruotsiin Pietarsaaresta, Vaasasta, Turusta, Naantalista ja Ahvenanmaalta. Porista aloitettiin liikenne kesällä 1971. Nykyisen matkustaja-alusliikenteen lisäksi aloitettiin autolauttaliikenne Helsingistä Ruotsiin keväällä 1972. Suomen ja Ruotsin välinen koko matkustaja- ja autolauttaliikenne v. 1969 (pl. Ahvenenmaan ja Ruotsin välinen liikenne) oli merenkulkuilaston mukaan (taul. 35).

Taulukko 35. Suomen ja Ruotsin välinen matkustaja- ja autolauttaliikenne v. 1969

Satama	Tavaraa, tonnia	Kuorma-autoja	Henkilöautoja	Matkustajia, henkilöä
		kpl		
Pietarsaari <sup>1)</sup>	3.164	263	830	16.089
Vaasa	43.894	2.582	32.452	239.371
Parainen	33.519	3.755	21.766	107.460
Turku	370.642	35.588	81.005	961.653
Naantali	156.700	12.596	58.859	345.366 <sup>2)</sup>
Helsinki				82.448
Yhteensä	607.919	54.784	194.912	1.752.387

Merenkurkun satamien (Pietarsaari ja Vaasa) lauttaliikenteen osuus Suomen ja Ruotsin välisestä matkustaja- ja autolauttaliikenteestä oli:

	%
- Tavarankuljetus	7,7
- Kuorma-autot	5,2
- Henkilöautot	17,1
- Matkustajat	14,6

Lauttaliikenne Pietarsaaresta Uumajaan ja Skellefteåhon alkoi vasta syksyllä, joten taulukon luvut koskevat varsinaisen matkailukauden jälkeistä liikennettä. Vuoden 1970 lauttaliikenne Pietarsaaresta olikin jo 641 kuorma-autoa, 371 erillistä perävaunua, 6.115 henkilö- ja 157 linja-autoa sekä 89.200 matkustajaa.

Vaasasta oli lauttayhteys Uumajaan, Sundsvalliin ja Örnsköldsvikiin. Liikenteestä huolehti neljä autolauttaa. Vuonna 1970 lisääntyi lauttaliikenne huomattavasti. Kuorma-autoja kuljetettiin 2.834, erillisiä perävaunuja 1.365, henkilöautoja 41.863, linja-autoja 509 kappaletta ja 313.000 matkustajaa.

Lauttayhteys Merenkurkun kohdalla keskeytyy vuosittain noin neljäksi kuukaudeksi jääolojen ja lauttojen vähäisen

1) Liikenne alkoi syyskuussa 1969

2) Lisäksi kuljetettiin 316.315 matkustajaa reitillä Maarianhamina Ruotsi



jäävahvistuksen takia. Tällöin mahdollinen kuljetustarve siirtyy joko etelään (Turun seudulle) tai pohjoiseen maarajalle. Siirtymäksi vuoden 1969 liikennemäärillä on tässä selvityksessä arvioitu neljän talvikuukauden (tammi-huhtikuu) aikana yhteensä 2.500 henkilöautoa ja 1.300 kuorma-autoa. Todettakoon, että vuoden 1972 alussa on sekä Pietarsaareen että Vaasaan hankittu 1A jäävistetty autolautta. Näiden avulla on tarkoitus ylläpitää sekä Pietarsaaresta että Vaasasta kautta vuoden autolauttaliikennettä Ruotsiin.

### 3.2.5 Liikenteen kausivaihtelu

Pohjanlahden satamat ovat vuosina 1965-70 olleet tilastojen mukaan vuosittain avoinna seuraavasti:

Satama avoinna  
v. 1965-70, keskim., vrk

Tornio	201
Kemi	266
Oulu	261
Raahe	266
Kokkola	296
Pietarsaari	302
Vaasa	317
Kaskinen	346

Satamien sulkeutuminen pitkäköksi ajaksi talvella vaikuttaa siten, että osa merikuljetustarpeesta kasautuu avovesikaudeksi ja osa kuljetuksista hoidetaan eteläisempien, avoimien satamien kautta. Molemmat vaihtoehdot aiheuttavat liikenteen kausivaihtelua sekä merellä että maalla.

Pohjois-Suomen satamien aukioloajat ovat jatkuvasti pidentyneet jäänmurtaajakaluston ja alusten jäävahvistisuuden parantuessa. Vuonna 1971 kaikki Pohjois-Suomen satamat (lukuunottamatta Torniota) olivat avoinna liikenteelle koko vuoden. Pohjois-Suomen satamien aukiolo läpi vuoden ei vaikuttanut sanottavasti näiden satamien liikennemääriin, koska satamien aukiolo tuli teollisuudelle yllättäen eikä se kyennyt kovinkaan helposti mukautumaan uuteen tilanteeseen. Lisäksi v. 1971 sattuneet lakot ja maailmanmarkkinoilla ilmennyt laskusuhdanne vaikeuttavat liikennemääriin.

Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen satamien viennin vaihtelua kuukausittain v. 1970 ja 1971 kuvaavasta piirroksesta (kuva 31) käy selville, että Pohjois-Suomen merikuljetukset olivat vilkkaimmillaan kesä-marraskuulla, mikä on selvästi vaikuttanut myös koko viennin kausivaihteluun. Koko maan viennissä oli vilkkaimman kuukauden (heinäkuu) vienti 2-kertainen hiljaisimman kuukauden (helmikuu) vientiin verrattuna.

Viennin kuukausivaihtelua tavararyhmittäin kuvaavasta piirroksesta (kuva 32) voidaan havaita, että puumassa- ja paperiteollisuustuotteiden vienti on kautta vuoden



ollut varsin tasaista (maksimi- ja minimikuukausien vientilukujen suhde oli vajaat 1,3). Pääasiallinen kausivaihtelun aiheuttaja on ollut sahatavara ja ryhmä "muut tuotteet" (pylväiden jatko-osa kuvassa).

Koko maan merituonnissa (kuva 33) on vielä voimakkaampi kausivaihtelu kuin viennissä, sillä maksimikuukauden tuonti oli 2,8-kertainen minimikuukauden tuontiin verrattuna. Tähän on Pohjois-Suomen tuonnilla ollut varsin vähäinen välitön vaikutus.

Välillisesti ovat myös Pohjois-Suomen tarpeet vaikuttaneet tuonnin kausivaihteluun. Kausivaihtelun voimakkain tekijä nimittäin oli raakaöljyn tuonti Etelä-Suomen jalostamoille (kuva 34), ja siihen sisältyi myös Pohjois-Suomen osuus, joka rannikkoliikenteessä jalostamoilta Pohjois-Suomen satamiin kuljetettavina öljytuotteina oli 1,6 milj.t v. 1970. Kivennäisöljyn lisäksi on useilla muillakin tuontitavaroilla, mm. kiinteillä polttoaineilla ja malmilla ollut voimakas kausivaihtelu.

Pohjois-Suomen satamien liikenteen vaikeutuminen ja keskeytyminen talvikautena aiheutti sen, että osa viennistä siirtyi aluksi Pohjois-Suomen pohjoisemmista satamista eteläisempiin, vielä avoinna oleviin Pohjois-Suomen satamiin (kuva 35) ja lopulta Etelä-Suomen satamiin. Näistä edellisestä voidaan nimittää sisäiseksi siirtymäksi ja jälkimmäistä talvisiirtymäksi. Pohjois-Suomen talvisiirtymällä oli ilmeisesti osuutensa Kotkan, Turun ja Hangon liikennehuipussa helmi- huhtikuulla (kuva 36).

Sisäisen siirtymän ja talvisiirtymän lisäksi tapahtuu Pohjois-Suomen talousalueilta normaalia siirtymää, jolla tarkoitetaan tiettyjen tavaroiden, lähinnä puumassa- ja paperiteollisuustuotteiden säännöllistä kuljetusta kautta vuoden Etelä-Suomen linjaliikennesatamiin, ja osa Pohjois-Suomen tuotteista (158.000 t) viedään maitse raja-asemien, kuten Tornion kautta.

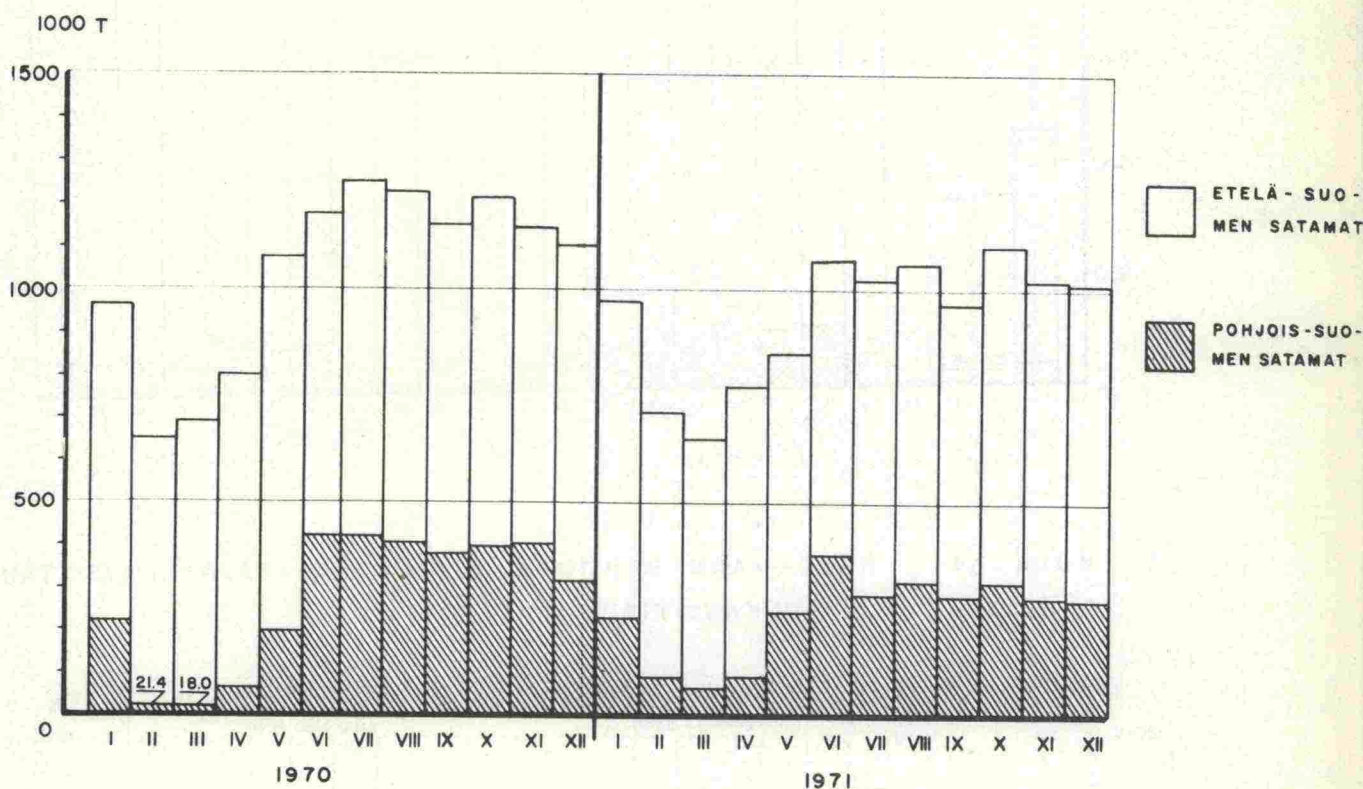
Pohjois-Suomen talousalueilta maitse kuljetetut vientitavarat v. 1969 olivat yhteensä 0,63 milj.t (taul. 36).

Taulukko 36. Pohjois-Suomen talousalueilta maitse kuljetetut vientituotteet v. 1969

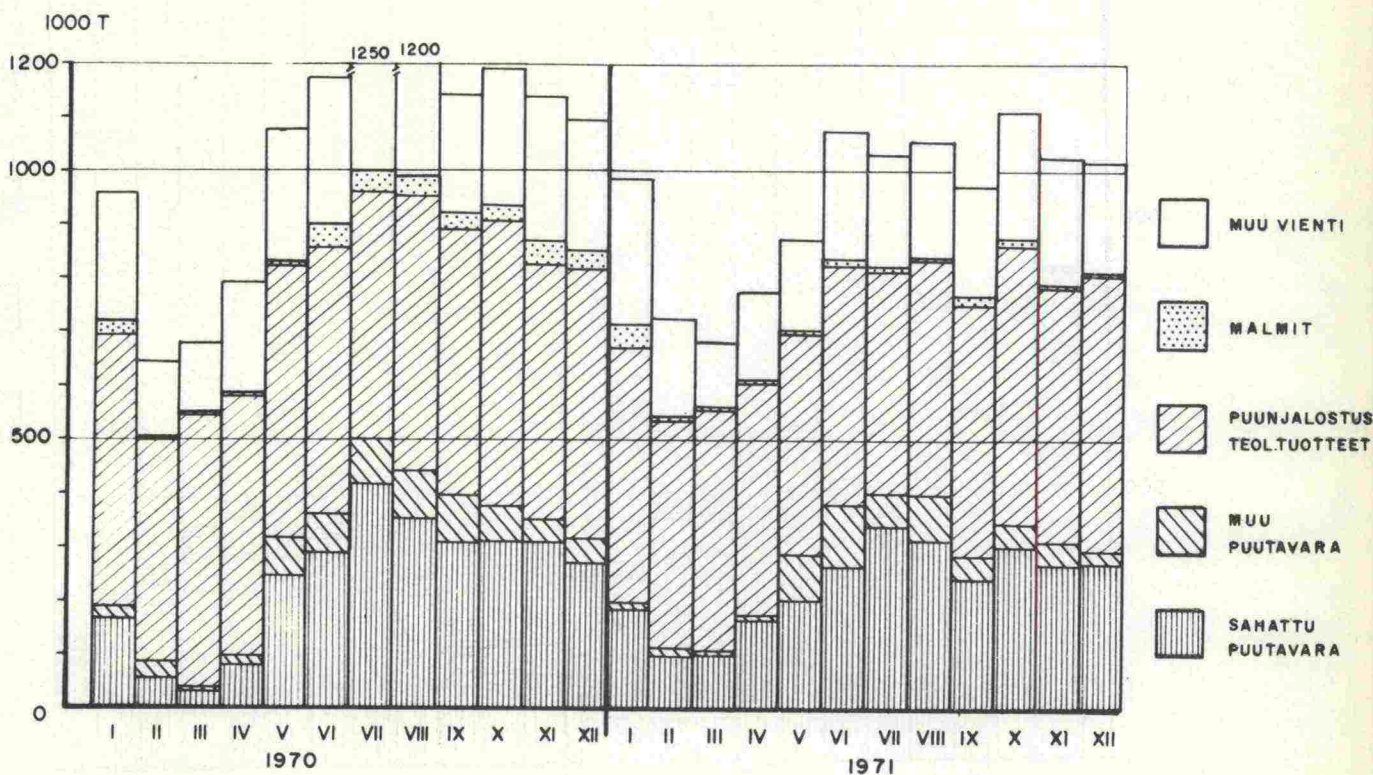
Tavaralaji	Sisäinen siirtymä	Etelä-Suomen satamiin		Maarajojen kautta	Yhteensä
		Normaali- siirtymä	Talvi- siirtymä		
1.000 t					
Selluloosa	96	33	90	26	484
Paperi, pahvi ja kartonki		136	56	47	
Vaneri		2			2
Sahattu ja höyl. puutavara		25		85	110
Metallit			28		28
Muut tavarat		7			7
Yhteensä	96	203	174	158	631
Osuus Pohjois- Suomen talousalu- eiden viennistä	2,6	5,5	4,7	4,3	17,1



KUVA 31. POHJOIS-SUOMEN (TORNIO-KRISTIINANKAUPUNKI) JA ETELÄ-SUOMEN SATAMIEN VIENTI KUUKAUSITTAIN V. 1970 JA 1971

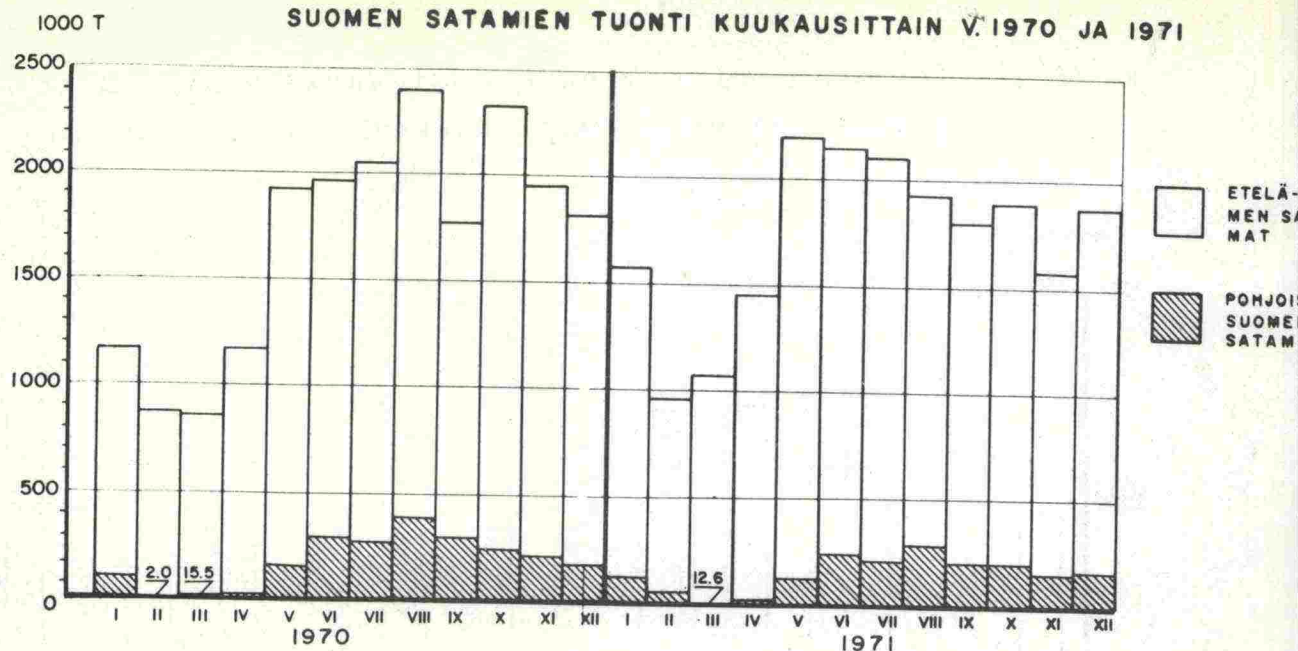


KUVA 32. KOKO MAAN ULKOMAISEN MERIVIENNIN VAIHTELU TAVARALAJEITTAIN JA KUUKAUSITTAIN V. 1970 JA 1971.

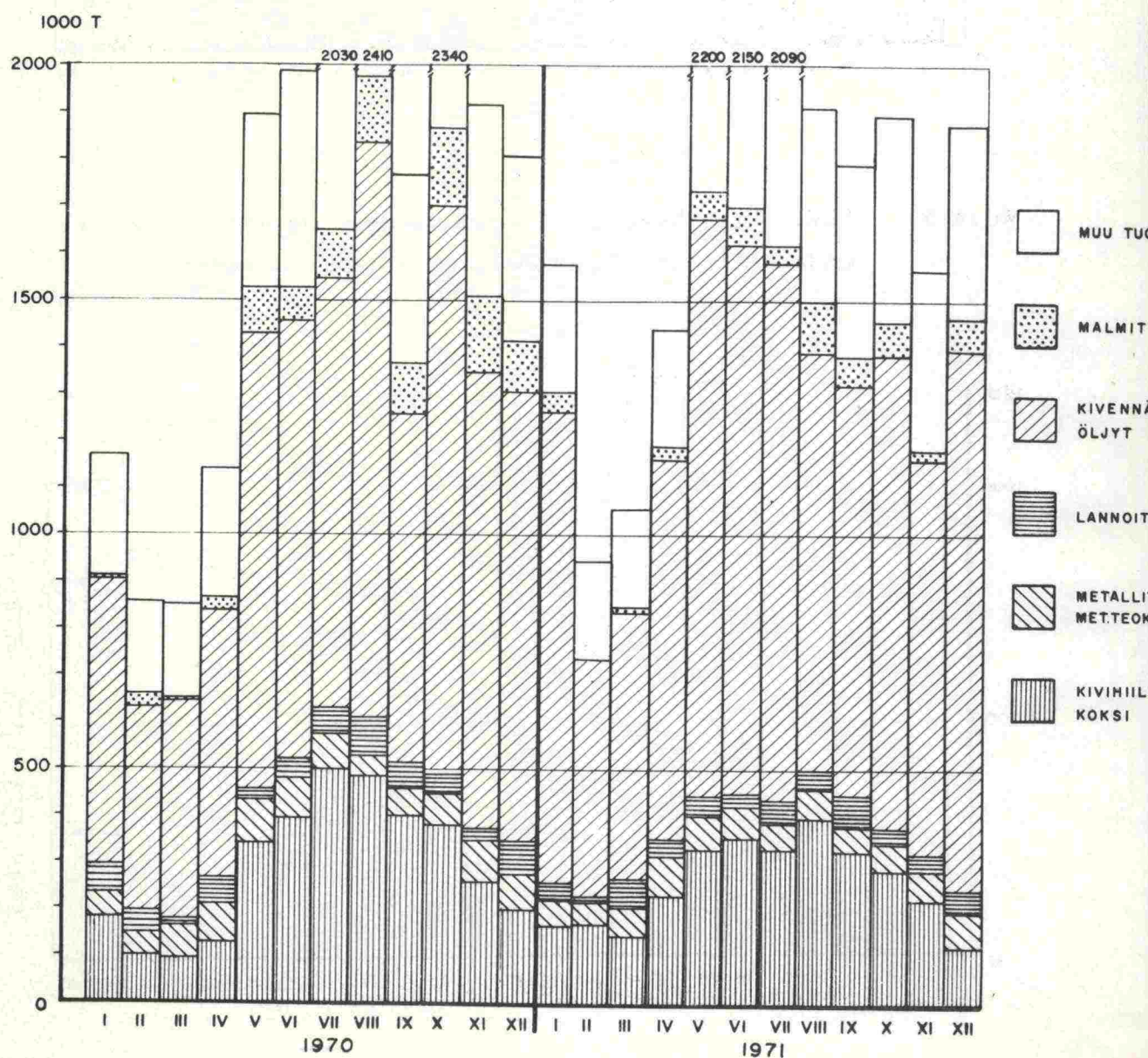




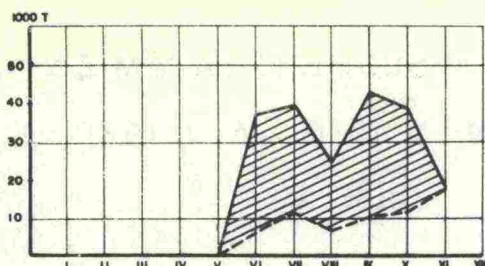
POHJOIS-SUOMEN (TORNIO-KRISTIINANKAUPUNKI) JA ETELÄ-SUOMEN SATAMIEN TUONTI KUUKAUSITTAIN V.1970 JA 1971



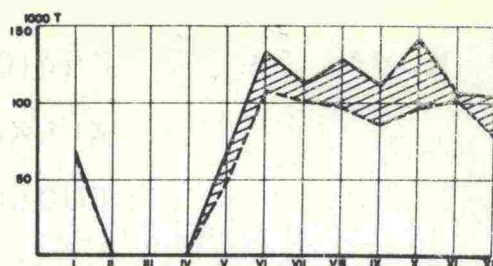
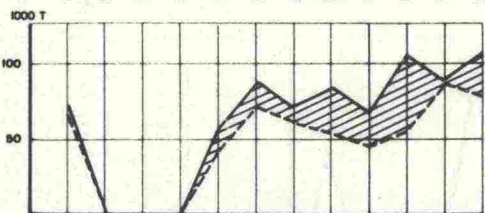
KUVA 34. KOKO MAAN MERITUONNIN VAIHTELU TAVARALAJEITTAIN JA KUUKAUSITTAIN V. 1970 JA 1971.



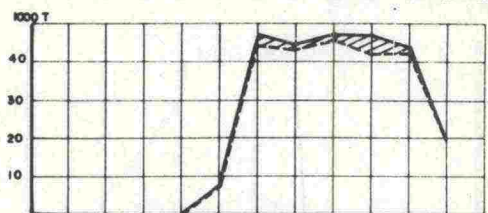




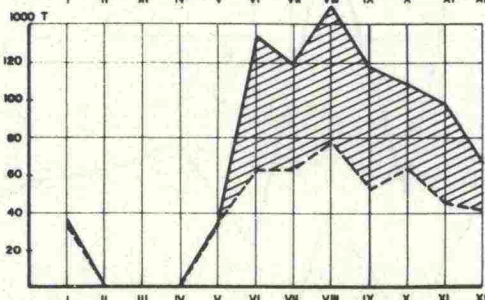
TORNIO

KEMI  
(AJOS+VEITSILUOTO)

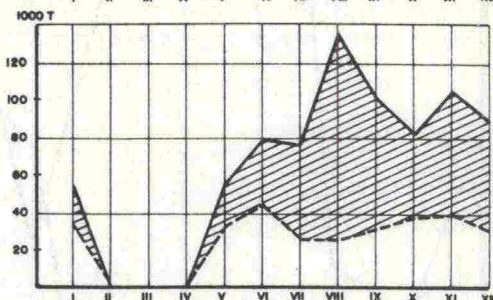
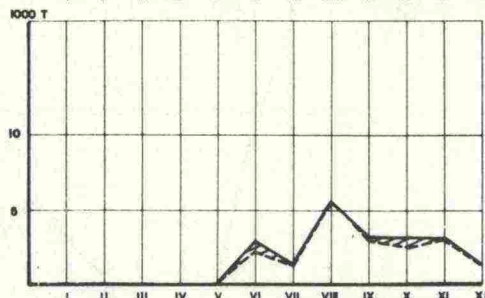
KEMI AJOS



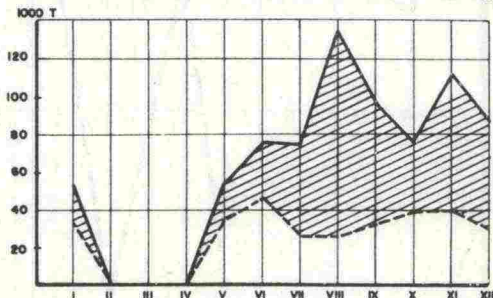
VEITSILUOTO



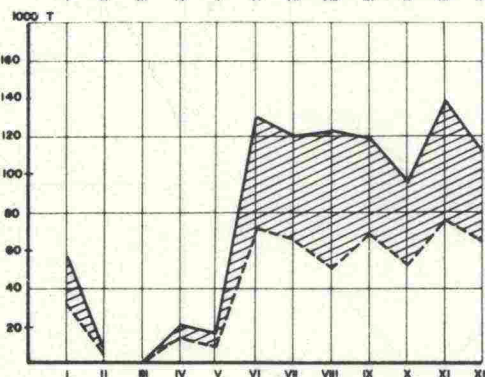
OULU

RAAHE JA  
RAUTARUUKKI

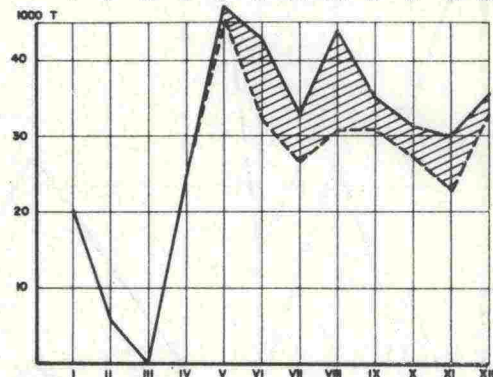
RAAHE



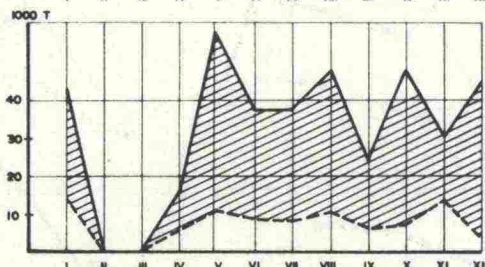
RAUTARUUKKI



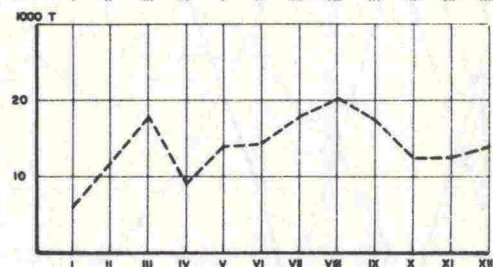
KOKKOLA



PIETARSAARI



VAASA



KASKINEN

KUVA 35.

POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN ULKOMAINEN TUONTI  
JA VIENTI KUUKAUSITTAIN V. 1970 1000 T.

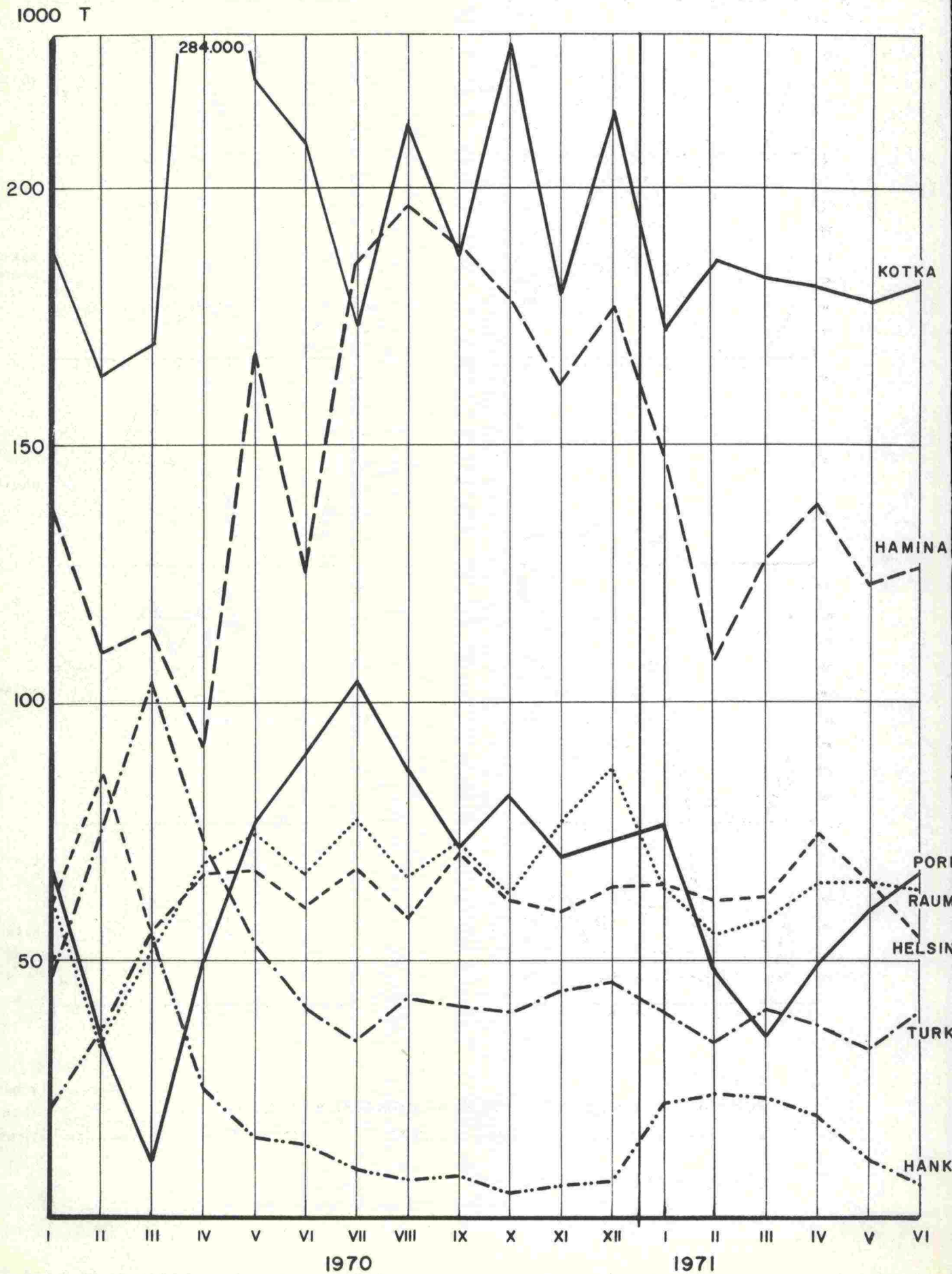


TUONTI + VIENTI  
TUONTI  
VIENTI

LÄHDE: MERENKULKUTILASTO

KUVA 36.

ERÄIDEN ETELÄ-SUOMEN SATAMIEN VIENTI  
 KUUKAUSITTAIN V. 1970 JA V. 1971 ALKU-  
 PUOLISKOLLA 1000 T

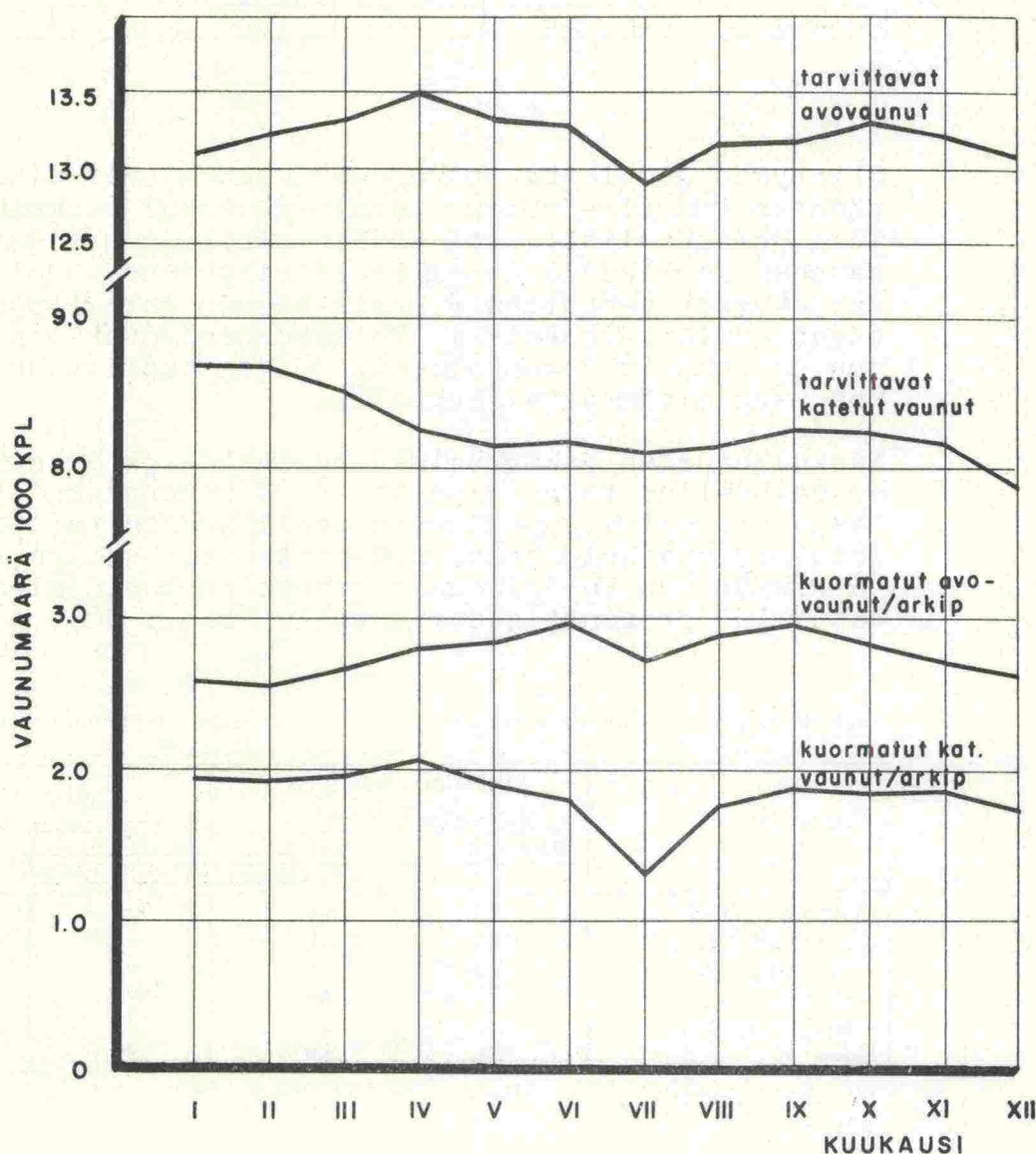




Kyseisten talousalueiden kokonaisviennistä v. 1969 (3,7 milj.t) maakuljetukset alueen ulkopuolelle olivat yhteensä 17 %, joten Pohjois-Suomen satamien viennitosuus oli 83 %.

Taulukon osoittamista kuljetusmääristä lähinnä sisäinen siirtymä ja talvisiirtymä eli yhteensä 0,27 milj.t ovat aiheuttaneet kausivaihtelua maakuljetuksiin, todennäköisesti jossain määrin myös kuljetuksen maarajojen kautta.

Pohjois-Suomen viennin kausivaihtelu ei näytä vaikuttaneen valtionrautateiden kuljetuskalustotarpeen kausivaihteluun, kuten vaunutarvetta ja kuormauksia koko maassa v. 1970 osoittavasta piirroksesta (kuva 37) käy selville. Piirroksessa on kuukausittain tarvittavat vaunut saatu kertomalla kuormaukset/arkipäivä kiertoajalla (Kustannustarkistusryhmän raportti, liite 5). Lukuihin sisältyvät myös erikoisvaunut, kuten malmi- ja säiliövaunut



KUVA 37. VALTIONRAUTATEIDEN VAUNUTARVE  
JA VAUNUKUORMAUKSET KOKO  
MAASSA V. 1970.

## 3.3 Tavaravirrat

## 3.3.1 Vienti

Pohjois-Suomen talousalueiden meriviennin siirtymästä, joka v. 1969 oli 0,47 milj.t (ilman maarajojen kautta vietyä 158.000 t), oli 39 % lähtöisin Lapin ja 23 % Kainuun talousalueilta ja muut osuudet etelämpää (taul. 37).

Taulukko 37. Pohjois-Suomen talousalueiden vientikuljetusten siirtymät v. 1969

Talousalue	Normaali-siirtymä	Talvi-siirtymä	Sisäinen siirtymä	Yhteensä	Tavaralaji
	1.000 t				
Etelä-Pohjanmaa	31	24	7	62	Paperi, selluloosa
Pohjois-Savon osa	20	-	-	20	Sahattu ja höyl. puutavara
Keski-Pohjanmaa	2	28	-	30	Metallit
Kainuu	61	48	2	111	Paperi, selluloosa
Pohjois-Pohjanmaa	4	18	45	67	Selluloosa
Lappi	85	56	42	183	Paperi, selluloosa
Yhteensä	203	174	96	473	

Siirtymät ja vienti maarajojen kautta ovat aiheuttaneet pääosan Pohjois-Suomen viennin kaukokuljetuksista maitse. Tämä johtuu siitä, että alueen teollisuus sijaitsee enimmäkseen rannikolla satamien läheisyydessä, jolloin maakuljetukset tehtailta Pohjois-Suomen satamiin usein supistuvat lähikuljetuksiksi. Poikkeuksena ovat lähinnä Kainuu ja Pohjois-Savon alueet, joiden teollisuus sijaitsee kokonaan sisämaassa (kuva 38).

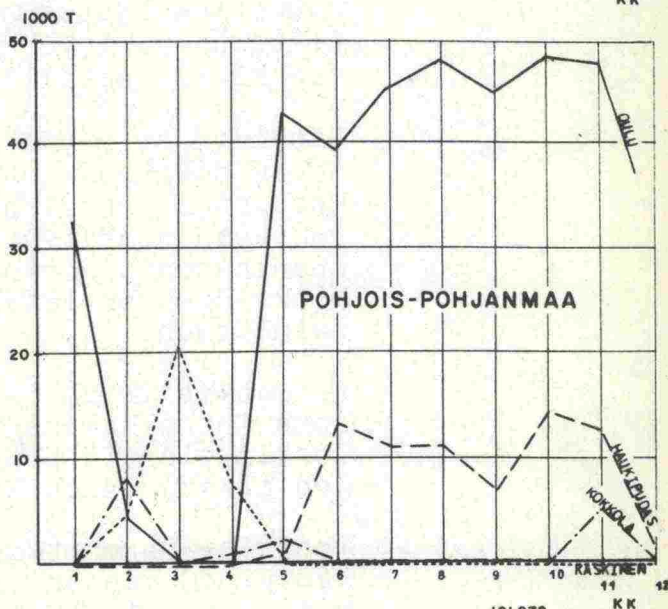
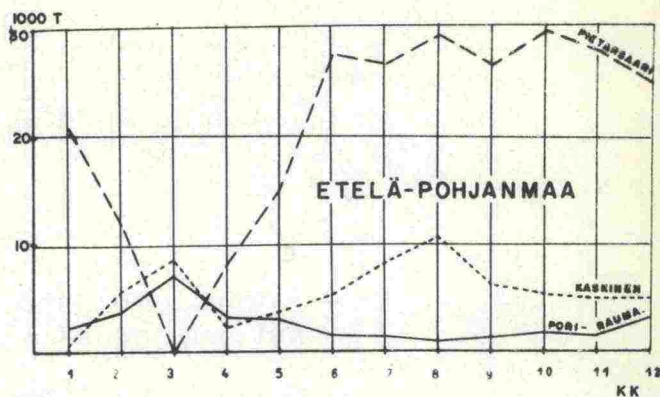
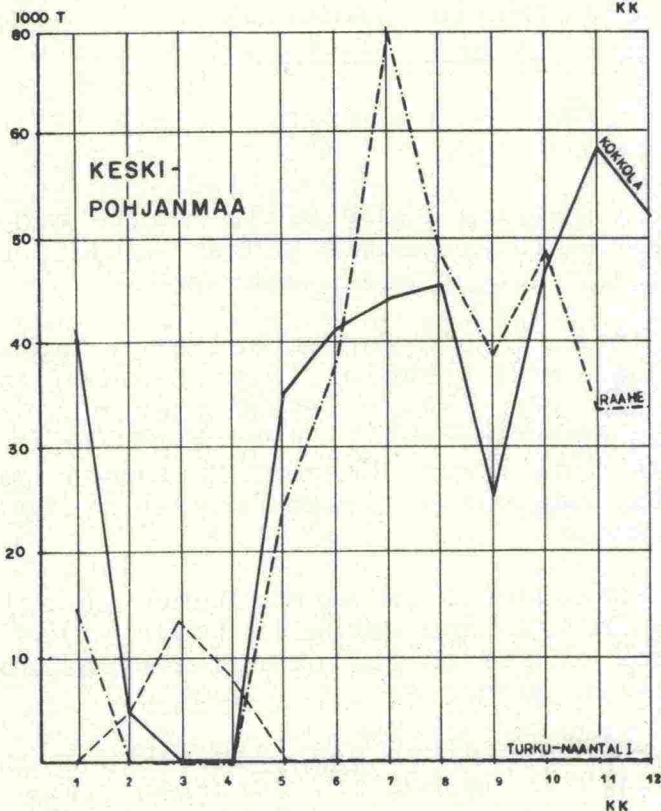
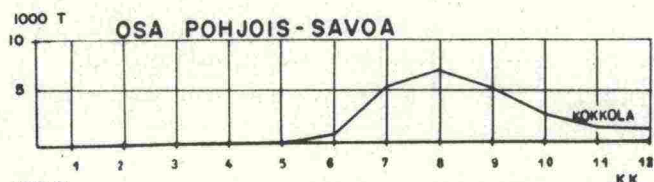
Maakuljetusten jakautuminen rautatie- ja autokuljetuksiin on vaihdellut talousalueittain ja tavararyhmittäin varsin laajasti. Esim. puunjalostusteollisuuden tuotteet on Pohjois-Savosta kuljetettu 100 prosenttisesti rautateitse, ja ryhmän muu teollisuus tuotteet on Lapin alueelta kuljetettu 100 prosenttisesti autolla (taul. 38).

Taulukko 38. Pohjois-Suomen vientituotteiden maakuljetukset kuljetusmuodoittain v. 1969

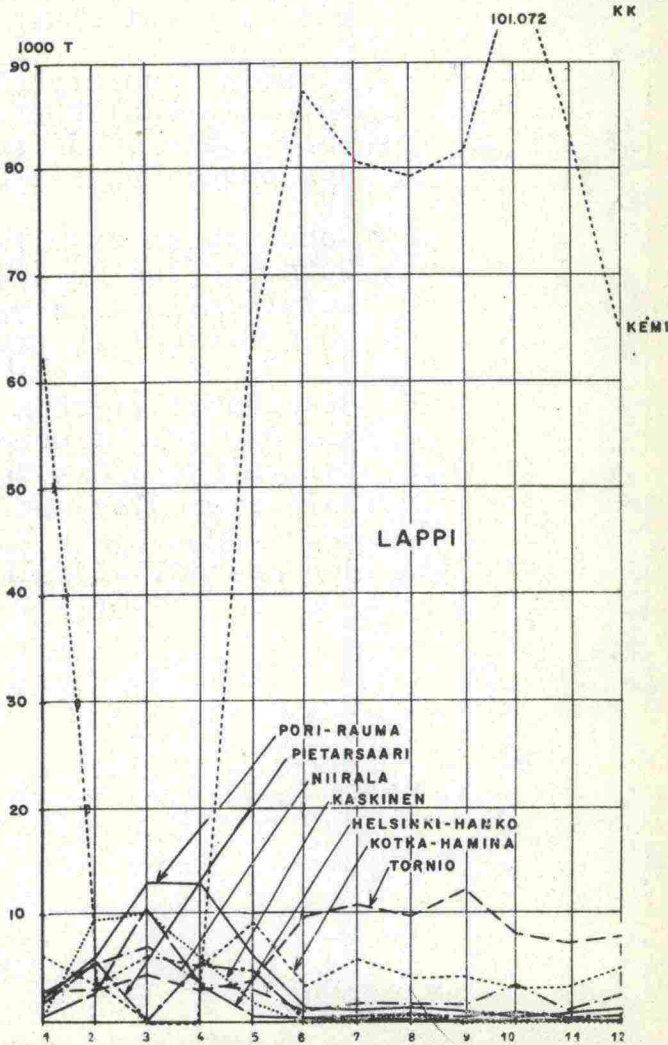
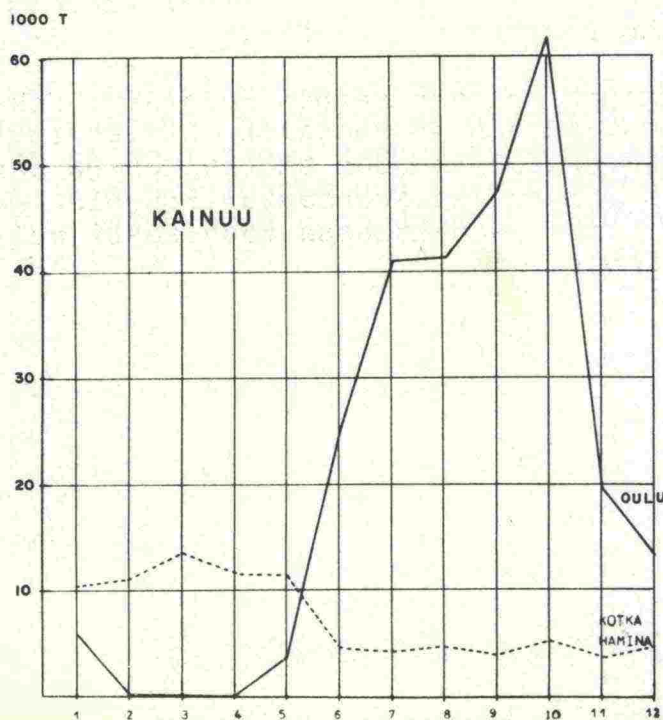
Talousalue	Puunjalostusteollisuus (ml. sahateollisuus)		Muu teollisuus	
	Rautateitse	Autolla	Rautateitse	Autolla
	% kuljetetusta tonnimäärästä			
Etelä-Pohjanmaa	19	81	27	73
Osa Pohjois-Savoa	100	0	-	-
Keski-Pohjanmaa	83	17	35	65
Kainuu	73	27	100	0
Pohjois-Pohjanmaa	59	41	57	43
Lappi	61	39	0	100



POHJOIS-SUOMEN ERI TALOUSALUEIDEN TEOLLISUUDEN  
VIENTI TÄRKEIMPIEN SATAMARYHMIEN KAUTTA KUUKAU-  
SITTAIN V. 1969 1000 T.



LÄHDE : YRITYSHAASTATTELU



Kun otetaan huomioon kuljetusmuodot talousalueittain, saadaan kausiluontoisten kuljetusten (sisäinen siirtymä ja talvisiirtymä sekä osuus normaalisiirtymästä) jakaumaksi kuljetusmuodoittain 3 kuukauden (helmi-huhtikuu) aikana keskimäärin:

	Keskimäärin 1.000 t/kk	Yhteensä 1.000 t
- Rautatiekuljetus	60	175
- Autokuljetus	50	145

Rautatiekuljetusmäärä oli 8,1 % rautateillä helmi- huhtikuussa v. 1970 keskimäärin kuukautta kohden kuljetusta paperi- ja metalliteollisuustuotteiden määrästä.

Sisäinen siirtymä lähinnä Pohjois-Pohjanmaalta ja Lapiasta on suuntautunut pääasiassa Kokkolan, Pietarsaaren ja Kaskisten satamiin (kuva 39). Talvisiirtymä (johon piiroksessa sisältyy myös osuus normaalisiirtymästä) on suuntautunut Porin, Rauman, Turun, Hangon, Helsingin ja Kotka/Haminan satamiin, Kainuusta kuitenkin vain viime- mainittuun.

Normaalisiirtymä avovesikaudella on suuntautunut pääasiassa Kotka/Haminan ja Pori/Rauman satamiin (kuva 40), joskin vientiä pienissä erissä on tapahtunut avovesikauden aikana lähes kaikkien Suomen satamien kautta.

Pohjois-Suomen teollisuustuotteiden vienti v. 1969 suuntautui 30 maahan ja kaikkiin maanosiin, Euroopan ulkopuolelle kuitenkin vain 10 % koko viennistä (taul. 39).

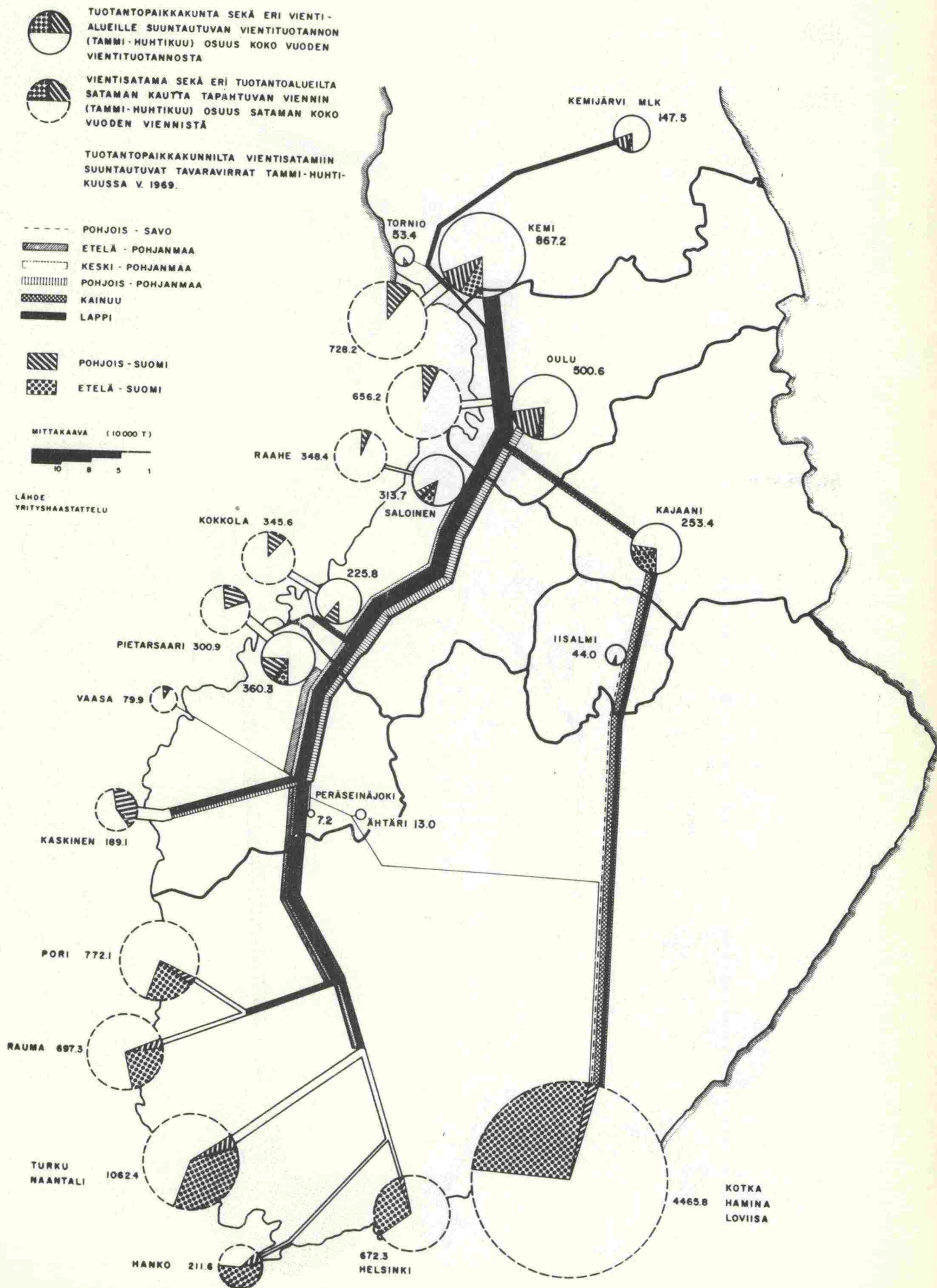
Viennin tavararyhmien jakautuminen määräalueittain käy selville taulukosta 40 ja kuvasta 41. Niistä todetaan, että Itämeren ja Pohjanmeren alueella sijaitsevien maiden osuus Pohjois-Suomen viennistä oli keskimäärin 62 %.

Sahatavaran viennistä menee yli 75 % Pohjanmeren maihin. Puunjalostusteollisuuden vienti jakaantuu määrämaittain tasaisemmin kuin sahatavaran vienti, joskin yli puolet puunjalosteista viedään Pohjanmeren alueelle.

Rikastetta viedään lähinnä kolmeen maahan Belgiaan, Saksan Demokraattiseen Tasavaltaan ja Ruotsiin. Muiden tuotteiden (metalli- ja kemianteollisuuden tuotteiden ja kappaletavaran) viennistä yli puolet suuntautui Pohjois- ja Keski-Eurooppaan loppuosien jakaantuessa tasaisesti muiden määräalueiden kesken.

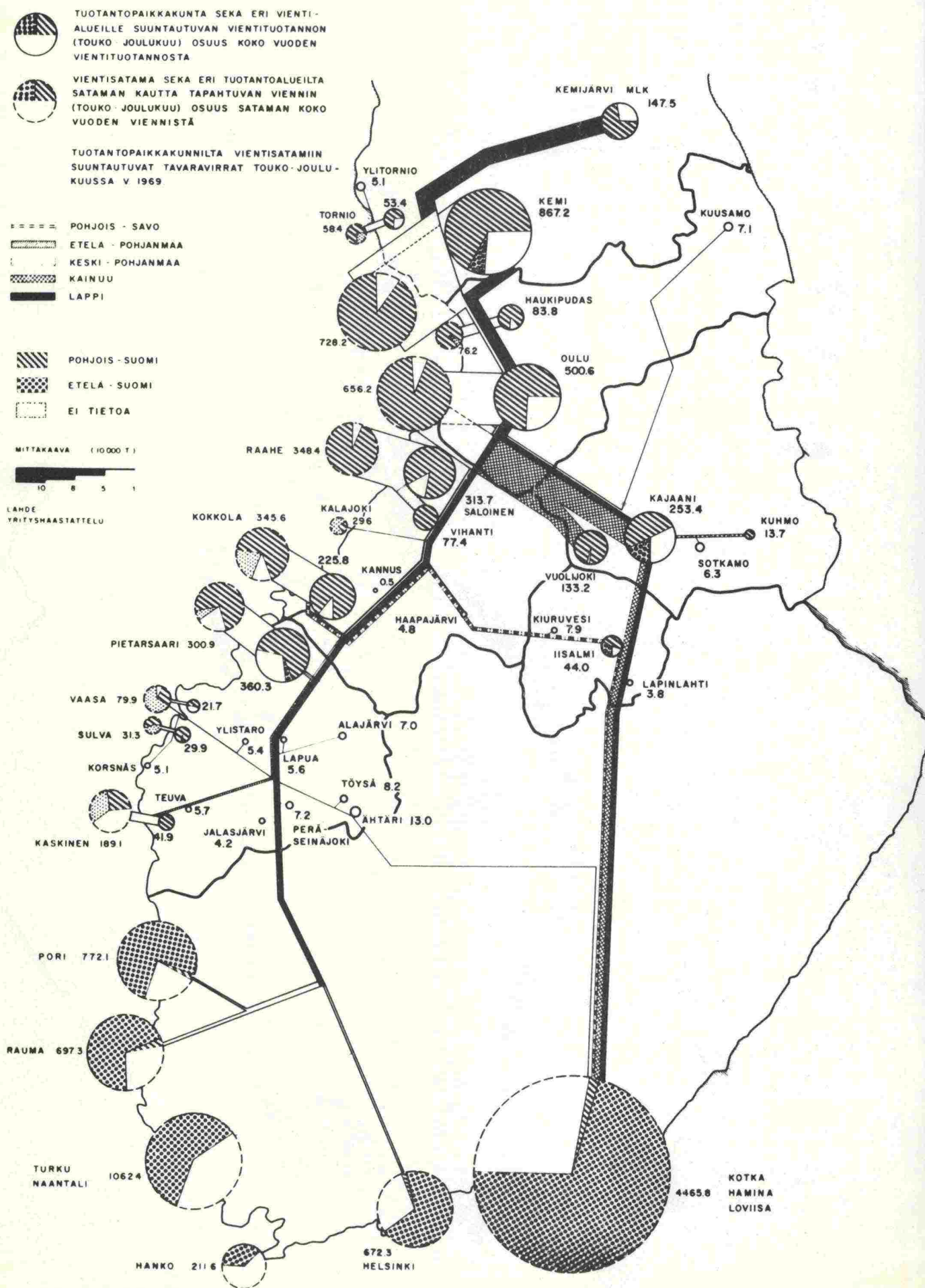


PAIKKAKUNNITTAINEN VIENTITUOTANNON JA VIENNIN MÄÄRÄ V. 1969 (1000 T)  
SEKÄ VIENTITAVAROIDEN MAAKULJETUSVIRRAT TAMMI-HUHTIKUUSSA V. 1969.



KUVA 40

PAIKKAKUNNITTAINEN VIENTITUOTANNON JA VIENNIN MÄÄRÄ V. 1969 (1000 T)  
SEKÄ VIENTITAVAROIDEN MAAKULJETUSVIRRRAT TOUKO - JOULUKUUSSA V. 1969





Taulukko 39. Pohjois-Suomen teollisuuden vienti tuoteryhmittäin sekä määrämaittain ja -alueittain v. 1969 (pl. raakapuun vienti)

Määräalue no. ja maa	Sahattu ja höyl. puutavara		Puumassa, paperi ja levytuotteet		Malmit ja rikasteet		Metallituotteet		Muut tuotteet		Yhteensä	
	maa	alue	maa	alue	maa	alue	maa	alue	maa	alue	maa	alue
	1.000 t											
1. Islanti	6,6		2,3		-		-		-		8,9	
Norja	1,1	36,8	9,2	11,5	-	17,3	29,7	129,8	11,0	44,3	45,0	239,7
Ruotsi	29,1		-		17,3		106,1		33,3		185,8	
2. Neuvostoliitto	-		51,2	51,2	-		-		9,1	9,1	60,3	60,3
3. Saksan Demokr. Tasav.	9,4		16,7		106,3		-		2,9		135,3	
Puola	-	9,4	35,3	62,4	25,5	227,7	-		1,7	5,5	62,5	305,0
Tsekkoslovakia	-		7,8		95,9		-		0,9		104,6	
Unkari	-		2,6		-		-		-		2,6	
4. Italia	2,3		168,0		-		36,6		9,7		214,6	
Jugoslavia	-		4,8		-		-		-		4,8	
Kreikka	46,5	50,5	8,5	190,3	-	-	-	36,6	1,9	11,6	59,9	289,0
Malta	1,7		-		-		-		-		0,7	
Romania	-		5,7		-		-		-		5,7	
Turkki	-		3,3		-		-		-		3,3	
5. Belgia, Luxemburg	39,2		29,5		106,4		-		4,8		179,9	
Hollanti	57,2		119,1		17,0		18,9		24,9		237,1	
Itävalta	-	206,9	2,2	428,5	-	123,4	-	38,9	0,3	47,9	2,5	845,6
Saksan Liittotasav.	43,2		188,1		-		15,6		7,4		254,3	
Sveitsi	3,1		26,7		-		-		0,5		30,3	
Tanska	64,2		62,9		-		4,4		10,0		141,5	
6. Espanja	20,2		47,6		-		-		0,1		67,9	
Portugali	-	58,8	4,9	205,0	-		-	1,1	3,3	8,6	8,2	273,5
Ranska	38,6		152,5		-		1,1		5,2		197,4	
7. Irlanti	16,8		6,4		-		-		-		23,2	
Iso-Britannia	306,4	323,2	481,4	487,8	31,6	31,6	55,8	55,8	20,4	20,4	895,6	918,8
8. Pohjois-Amerikka	-		118,3	118,3	-		15,8	15,8	0,3	0,3	134,4	134,4
9. Etelä-Amerikka	-		28,8	28,8	-		-		1,1	1,1	29,9	29,9
10. Afrikka	5,2	5,2	19,3	19,3	-		-		0,7	0,7	25,2	25,2
11. Aasia	9,2	9,2	55,4	55,4	-		42,0	42,0	8,9	8,9	115,5	115,5
12. Osenia	0,1	0,1	23,4	23,4	-		-		0,1	0,1	23,6	23,6
Yhteensä 1.000 t		700,0		1.682,0		400,0		320,0		158,5		3.260,5

Lähde: Yrityshaastattelu

Taulukko 40. Pohjois-Suomen teollisuuden vientituoteryhmät määräalueittain v. 1969 (aluejako taulukossa 34)

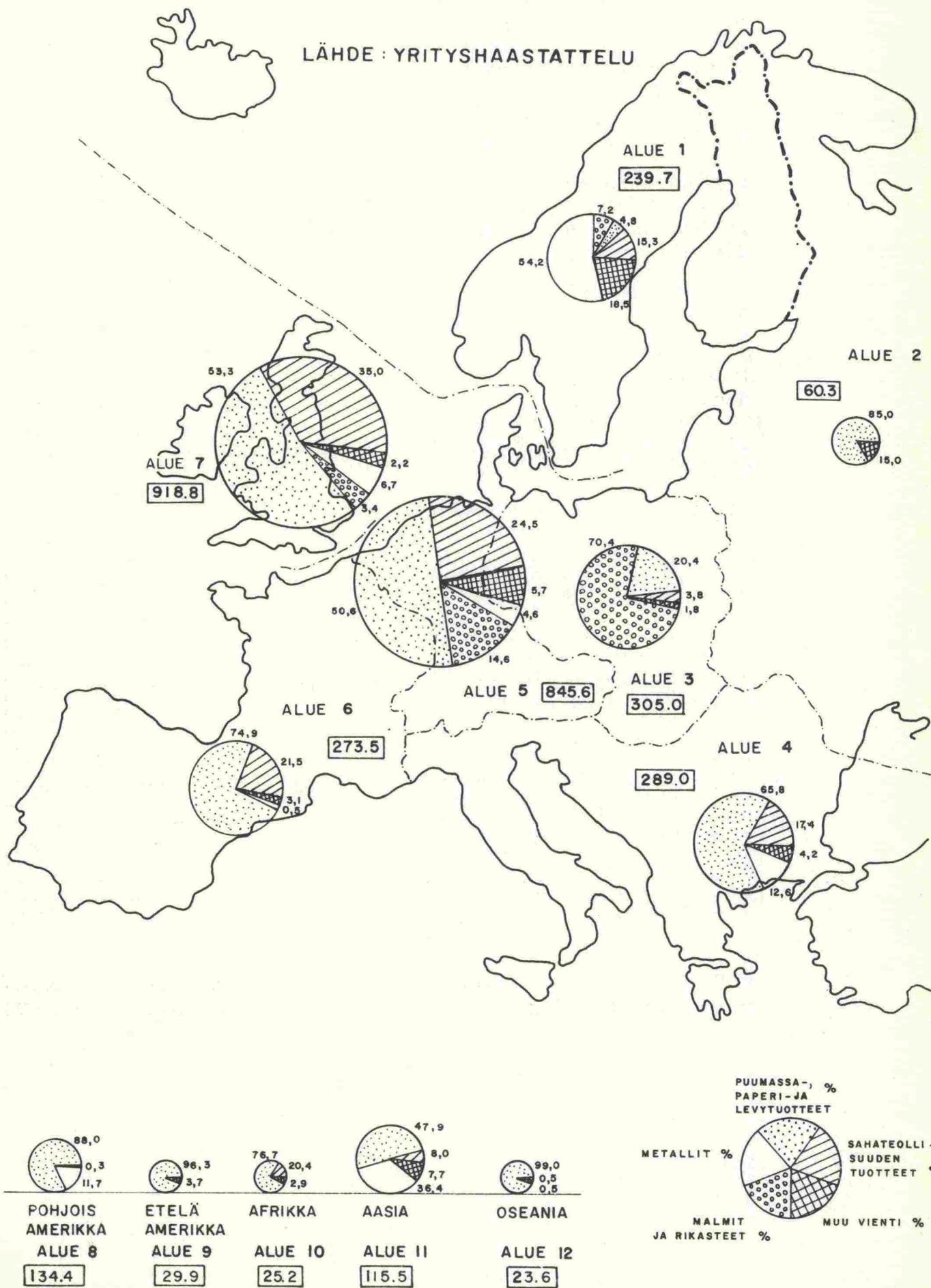
Määräalue (alue n:o)	Sahatavara	Puumassa, paperi ja levytuotteet	Malmit ja rikasteet	Metallit ja metallituotteet	Muut tuotteet	Keskimäärin
	%					
Ruotsi	4,0	-	4,0	33,0	21,0	6,0
Itämeren ja Pohjan- meren maat (5 ja 7 ml. Puola ja DDR sekä 1 pl. Ruotsi)	78,0	58,0	72,0	37,0	53,0	62,0
Etelä-Eurooppa (4 ja 6)	16,0	23,0	-	12,0	13,0	17,0
Itä-Eurooppa (2 ja 3 pl. Puola ja DDR)	-	4,0	24,0	-	6,0	5,0
Amerikka (8 ja 9)	-	9,0	-	5,0	1,0	5,0
Aasia (11)	1,0	3,0	-	13,0	5,0	3,0
Muut (10 ja 12)	1,0	3,0	-	-	1,0	2,0
Yhteensä	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tavaraa 1.000 t	700,0	1.682,0	400,0	320,0	158,5	3.260,5



KUVA. 41.

**POHJOIS - SUOMEN TEOLLISUUDEN KOKONAISVIENTI  
MÄÄRÄALUEITTAIN (1000 T) JA TAVARARYHMITÄIN  
V. 1969. (ml. RAJA-ASEMAT 158.000 T)**

LÄHDE: YRITYSHAASTATTELU



## 3.3.2 Tuonti

Pohjois-Suomen satamien merituonti v. 1969 oli n. 2,3 milj.t, mistä kivennäisöljyn osuus oli 1 milj.t eli 43 %. Pohjois-Suomen satamiin tuodut tavarat olivat lähinnä teollisuuden raaka- ja polttoaineita. Elintarvikkeiden ja kulutushyödykkeiden tuonti Pohjois-Suomeen tapahtuu Etelä-Suomen satamien ja tuontiliikkeiden keskusvarastojen kautta, joista ao. tavarat kuljetetaan maitse Pohjois-Suomeen.

Merituonnin suurimmat tavararyhmät olivat kivennäisöljyt, kivihiili ja koksi sekä malmit. Näiden tuonti tapahtui lähes kokonaan avovesikauden (touko-joulukuu) aikana.

Kivennäisöljyn tuonnista tapahtu 97 % Mustaltamereltä Neuvostoliitosta ja loput Etelä-Amerikasta.

Suurimmat tuojamaat Pohjois-Suomeen meritse olivat v. 1969 Neuvostoliitto, Ruotsi ja Puola. Neuvostoliitosta tuotiin lisäksi n. 400.000 t (kivihiiltä, koksia ja muita raaka-aineita) Suomeen rautateitse raja-asemien kautta. Euroopan ulkopuolisen tuonnin osuus Pohjois-Suomen satamissa v. 1969 oli 4 %. (taul. 41).

Taulukko 41. Pohjois-Suomen teollisuuden merituonti tuontialueittain v. 1969  
(aluejako taulukossa 34)

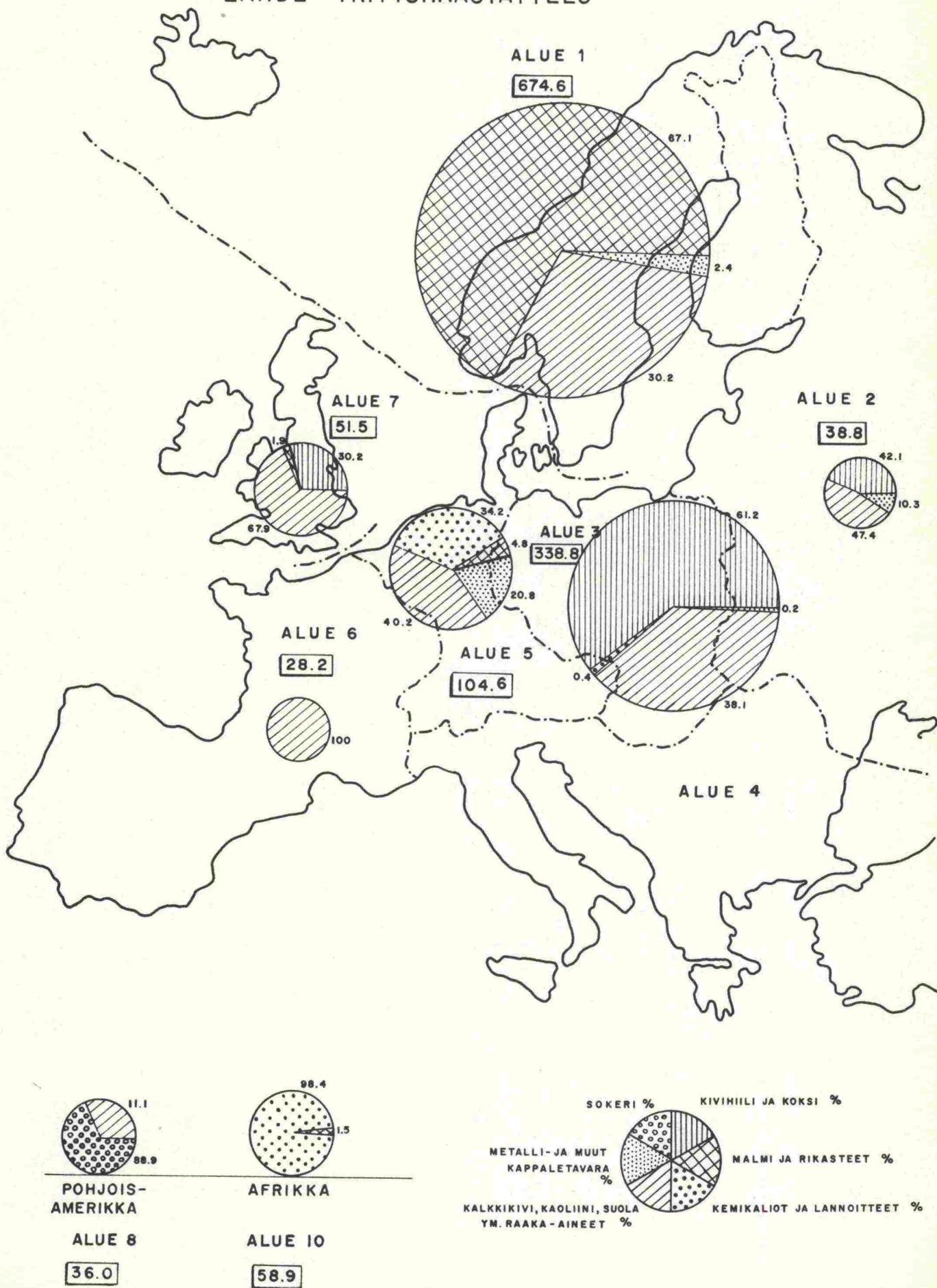
Lähtö- alue no	Kiven- näisöljy	Kivihiili, koksi	Malmit	Kemikaali- liot, lan- noitteet	Kalkkiki- vi, kao- liini, suola yms.	Sokeri	Muut tuotteet	Yhteen- sä
	1.000 t							
1	-	-	453,2	1,8	203,4	-	16,2	674,6
2	970,0	16,0	-	0,1	18,0	-	3,9	1.008,0
3	-	207,5	-	1,3	129,0	-	1,0	338,8
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	5,0	35,8	42,0	-	21,8	104,6
6	-	-	-	-	28,2	-	-	28,2
7	-	15,5	1,0	-	35,0	-	-	51,5
8	-	-	-	-	4,0	32,0	-	36,0
9	30,0	-	-	-	-	-	-	30,0
10	-	-	0,9	-	58,0	-	-	58,9
11	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
Yhteensä	1.000,0	239,0	460,0	39,0	517,6	32,0	42,9	2.330,6

Merituonnin tavararyhmittäinen (pl. kivennäisöljyt) jakama lähtöalueittain on esitetty myös piirroksessa (kuva 42).



POHJOIS-SUOMEN MERITUONTI (PL. KIVENNÄISÖLJYT)  
LÄHTÖALUEITTAIN V. 1969, 1000 T

LÄHDE: YRITYSHAASTATTELU



#### 4 TULEVAISUUDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET

##### 4.1 Liikennepalvelusten kysyntäennusteet

##### 4.1.1 Tuotanto

Teollisuuden tuotantoennusteiden laatimisen lähtökohtana on ollut vuosia 1966-1969 koskeva yrityshaastattelu, josta saatiin suuntaa-antavia tietoja myös vuosille 1975 ja 1980. Yrityksiltä saatuja tietoja on täydennetty muista lähteistä ja tukena on käytetty mm. valtakunnallisia tuotannon ja ulkomaankaupan kehitysarvioita (Talousneuvosto 1969, Suomen Teollisuusliitto 1969, Talousneuvoston sihteeristö 1969, Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto 1970). Niitä käyttäen on laadittu teollisuustuotannon kokonaisennuste myös vuodelle 2000.

Puunjalostusteollisuuden tuotantomäärien kasvuennusteet on voitu ottaa huomioon alueittain (Talousneuvosto 1969). Ennusteet perustuvat Mera-ohjelmaa hitaamman ns. minimi-ohjelman tasolle, joten ennusteita suurempikin tuotannon kasvu on mahdollista. Muun tuotannon kehitysarviot Pohjois-Suomen talousalueilla perustuvat koko maan keskimääräisiin kasvunopeusarvioihin. Tällöin Pohjois-Suomen talousalueiden teollisuustuotanto, joka v. 1969 oli 7,0 milj.t, tulisi v. 1980 olemaan 10,7 milj.t, ja keskimääräinen kasvunopeus vuosina 1969-1980 olisi 4,0 %/v (taul. 42).

Taulukko 42. Pohjois-Suomen talousalueiden teollisuustuotanto v. 1969, ennuste vuodelle 1980 ja v. 2000 kotimaassa käytettävät osuudet tuotannosta

Talousalue	Tuotanto		Siitä kotimaahan	
	1.000 t		%	
	v. 1969	v. 1980	v. 1980	
Osa Pohjois-Savoa	63	85	20	24
Etelä-Pohjanmaa	1.019	1.580	930	59
Keski-Pohjanmaa	2.115	2.895	1.970	68
Pohjois-Pohjanmaa	1.256	2.305	1.660	72
Kainuu	1.180	2.180	1.690	78
Lappi	1.347	1.655	450	27
Yhteensä	6.980	10.700	6.720	63

Taulukkoon on merkitty myös tuotannosta kotimaassa käytettävät osuudet. Niiden suurehkon määrän selittää vähän jalostettujen (esim. lannoitteet) ja kotimaassa edelleen jalostettavien puolivalmisteiden (esim. selluloosa, rikaste) suhteellisen suuri osuus.

Em. tavalla laskien vuoden 2000 tuotanto olisi 20 milj.t ja kasvunopeus vuosina 1980-2000 olisi keskimäärin 3,2 %/v.

##### 4.1.2 Vienti

Vientimääräarviot perustuvat kokonaistuotantomäärien ja niistä kotimaassa käytettävien määrien erotukseen. Talousalueiden ulkomaisen viennin arvioidaan v. 1980 olevan 4,0 milj.t (taul. 43), jolloin keskimääräinen kasvunopeus vuodesta 1969 (vientä 3,5 milj.t) olisi 1,2 %/v.



Taulukko 43. Pohjois-Suomen talousalueiden ulkomainen vienti tavaralajeittain v. 1969 ja ennuste vuodelle 1980

Tavaralaji	1969	1980	
	1,000 t	1,000 t	%
Sahattu ja höylätty puutavara	700	700	17
Vaneri (sis. myös lastulevyn)	2	35	1
Puuhioke ja selluloosa	1.200	780	20
Paperi, pahvi ja kartonki	480	1.280	32
Raakapuu	250	-	-
Malmi	400	200	5
Metallit ja metalliteokset	320	630	16
Kemianteollisuuden tuotteet	50	150	4
Muut tuotteet	90	200	5
Yhteensä	3.492	3.975	100

Vuonna 1969 Pohjois-Suomen satamat välittivät 85 % Pohjois-Suomen talousalueiden viennistä ja maarajan kautta vietiin 5 %. Etelä-Suomen satamien kautta viennistä osuudesta (10 % eli 0,4 milj.t) oli pääosa puumassa- ja paperiteollisuuden tuotteita (vrt. kohta 3.3.1).

Vuoteen 1980 mennessä on kuljetustarpeen oletettu muuttuvan siten, että myös sahattu puutavara, metallituotteet ja osa muista tuotteista viedään säännöllisesti kautta vuoden. Näinollen talousalueiden vientikuljetusten siirtymän voidaan passiivisen ennusteen<sup>1)</sup> mukaan v. 1980 olettaa olevan 0,8 milj.t (taul. 44) vuoden 1969 talvea vastaavissa oloissa, ja Pohjois-Suomen satamien osuus alueen viennistä olisi 74 %.

Taulukko 44. Pohjois-Suomen talousalueiden ulkomaisen viennin siirtymät sekä meri- ja maavienti tavaralajeittain v. 1980. Passiivinen ennuste

Tavaralaji	Etelä-Suomen satamiin			Maarajojen kautta	Pohjois-Suomen satamista
	Talvi-siirtymä	Normaali-siirtymä	Yhteensä		
	1,000 t				
Sahattu ja höylätty puutavara	40	25	65	85	550
Vaneri (sis. myös lastulevyn)	-	35	35	-	-
Puuhioke ja selluloosa	60	20	80	15	690
Paperi, pahvi ja kartonki	150	360	510	120	650
Raakapuu	-	-	-	-	-
Malmi	-	-	-	-	200
Metalli ja metalliteokset	85	-	85	-	545
Kemianteollisuuden tuotteet	-	-	-	-	150
Muut tuotteet	15	15	30	-	170
Yhteensä v. 1980	350	455	805	220	2.955
Yhteensä v. 1969	174	203	377	158	2.957
Muutos v. 1969/80, %	+100	+125	+114	+ 39	+ 0

<sup>1)</sup> Aktiivinen ennuste syntyy silloin, kun tavaravirtoihin pyritään vaikuttamaan ohjaamis- ja kehittämistoimilla.

Myös satamakohtaiset viennin kehitysarviot vuoteen 1980 perustuvat seuraavassa passiiviseen ennusteeseen, ts. perustana on eri satamien liikenteen aikaisempi kehitys. Jokaiselle satamalle on laskettu tavararyhmittäin vuosien 1955-1970 vuotuinen suhteellinen vientiosuus Pohjois-Suomen satamien koko ulkomaisesta viennistä, ja näiden lukujen perusteella on laskettu lineaariset regressiotrendiarvot vuodelle 1980 (taul. 45). Tämän lisäksi alueella tapahtuviksi ilmoitetut muutokset on kuitenkin pyritty ottamaan huomioon. Kuitenkaan ei mm. Kostamuksen kaivoshankkeen mahdollista vaikutusta Pohjois-Suomen satamien vientiin ole tässä vaiheessa pystytty ottamaan huomioon.

Taulukko 45. Pohjois-Suomen satamien ulkomainen vienti v. 1969 ja passiivinen ennuste vuodelle 1980

Satama	1969	1980	
	1.000 t	1.000 t	%
Tornio	54	60	2
Kemi (Ajos + Veitsiluoto)	743	740	25
Oulu	621	505	17
Rautaruukki	317	500	17
Raahe	71	15	1
Kokkola	343	365	12
Pietarsaari	296	335	11
Vaasa	78	90	3
Kaskinen	177	170	6
Kristiinankaupunki	91	90	3
Muut satamat	272	80	3
Yhteensä	3.063 <sup>1)</sup>	2.950	100

Pohjois-Suomen satamien kokonaisvientiarviot vuosille 1980-2000 esitetään ehdollisten ennusteiden antamien vaihtoehtotulosten muodostamana viuhkana (kuva 43). Todennäköinen vaihtoehto on vuosien 1970 ja 1980 välisen kehityksen suoraviivainen jatke. Piirroksessa on myös Etelä-Suomen satamatoimikunnan (ESST) kehitysennuste Pohjois-Suomen satamien viennistä. Yhteenvedo nyt saaduista vaihtoehtoista on:

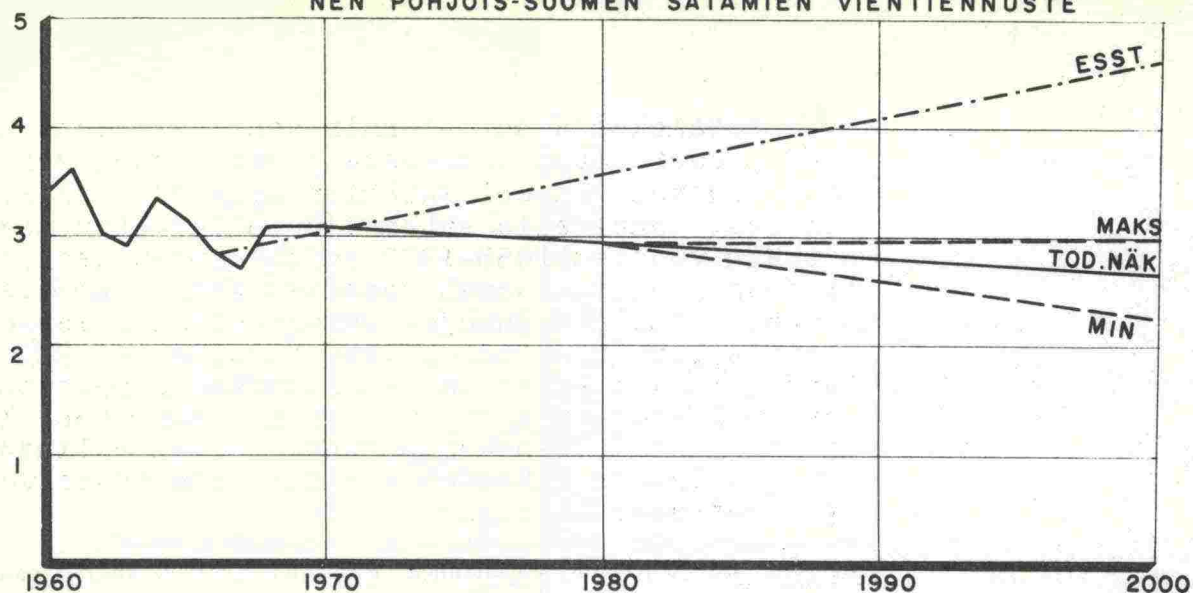
	1980	2000
	1.000 t	
Minimi		2.300
Tod.näk.	2.950	2.650
Maksimi		3.000

Todennäköisen vaihtoehtojen keskimääräinen muutos vuosina 1970-2000 on -0,5 %/v.

1) Sisältää jonkin verran Keski-Suomen talousalueen vientiä, mistä johtuen luku eroaa taul. 44 luvusta.

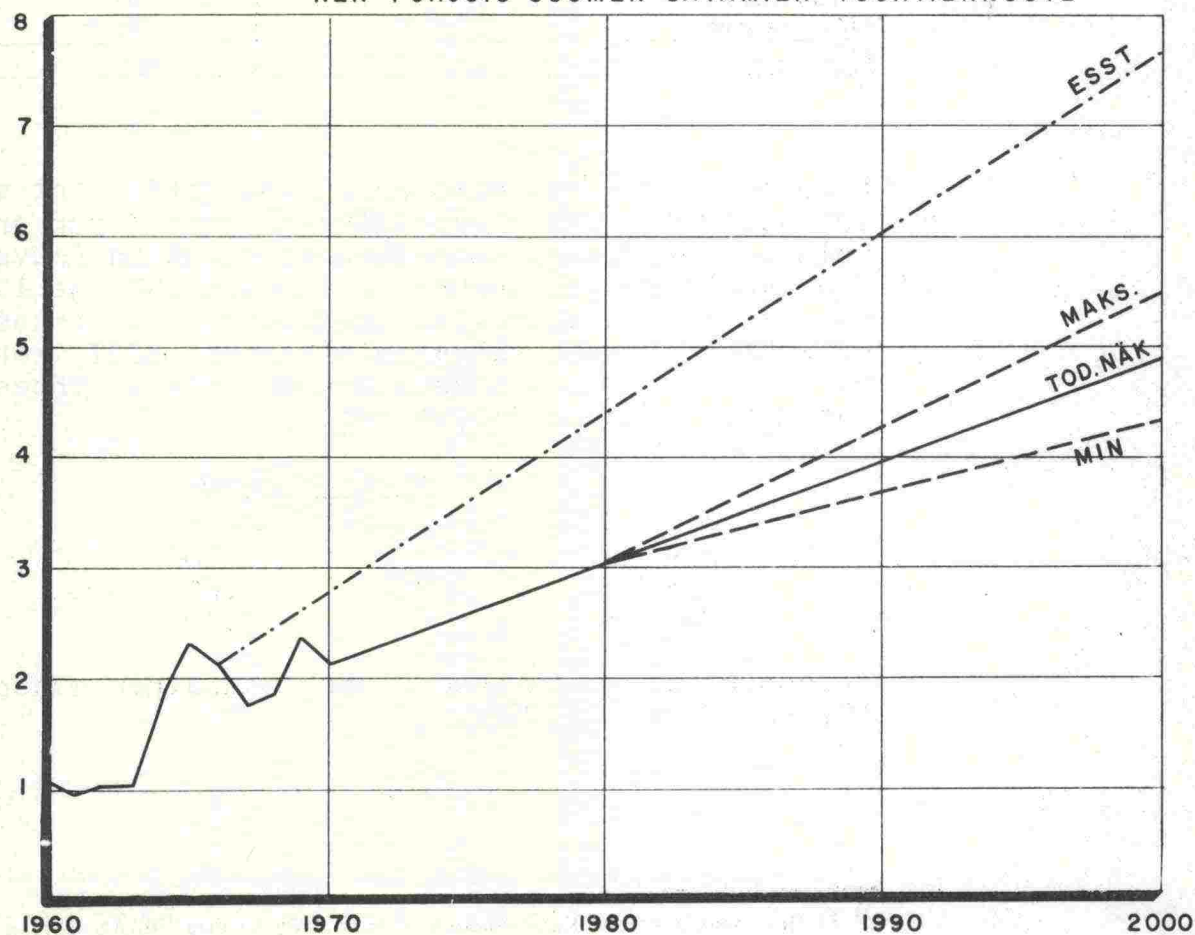


MILJ.T ESST = ETELÄ-SUOMEN SATAMATOIMIKUNNAN MIETINNÖN MUKAI-  
NEN POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN VIENTIENNUSTE



KUVA 43. POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN ULKOMAINEN VIENTI V. 1960 - 1970 JA PASSIIVINEN ENNUSTE VUOTEEN 2000.

MILJ.T ESST = ETELÄ-SUOMEN SATAMATOIMIKUNNAN MIETINNÖN MUKAI-  
NEN POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN TUONTIENNUSTE



KUVA 44. POHJOIS-SUOMEN SATAMIEN ULKOMAINEN TUONTI V. 1960 - 1970 JA PASSIIVINEN ENNUSTE VUOTEEN 2000.

## 4.1.3 Tuonti

Pohjois-Suomen talousalueiden ulkomaisesta koko tuonnista ei tässä yhteydessä ole käytettävissä tietoja, mistä syystä rajoitutaan alueen satamien kautta ta-  
pahtuneen tuonnin ja sen kehityksen tarkasteluun. Muun tavarahan kuin kivennäisöljyn tuonnin kehitystä on seli-  
tetty viennin kehittymisellä. Ulkomailta Pohjois-Suo-  
meen suoraan tuotujen kivennäisöljyjen (öljytuottei-  
den) ja koko maan polttoaineiden kulutuksen välillä on  
selvä riippuvuus (ts. Pohjois-Suomen satamiin tuotujen  
öljytuotteiden suhteellisen osuuden kehittyminen seu-  
raa koko maan öljynkulutusta). Kivennäisöljyn tuonti-  
arvion pohjana vuodelle 1980 on Neste Oy:n tekemä sel-  
vitys kulutusarvioista<sup>1)</sup>. Tällöin saadaan tuonnin mää-  
räksi 3,0 milj.t v. 1980, ja tavaralajeittain on koko  
tuonti (taul. 46):

Taulukko 46. Pohjois-Suomen satamien ulkomainen tuonti tavaralajeittain v. 1969  
ja ennuste vuodelle 1980

Tavaralaji	1969	1980	
	1.000 t	1.000 t	%
Vilja ja viljatuotteet	7	15	-
Kivihili ja koksi	231	520	17
Metallit ja metalliteokset	7	60	2
Lannoitusaineet	96	115	4
Kivennäisöljyt	1.005	1.060	35
Kappaletavara	36	60	2
Puutavara	73	110	4
Malmi	380	260	9
Muu tavara	559	840	27
<b>Yhteensä</b>	<b>2.394</b>	<b>3.040</b>	<b>100</b>

Satamakohtaiset tuontiarviot (taul. 47) on laskettu kahdelle tavararyhmälle, kivennäisöljylle ja muulle tavaralle. Laskentamenettely on samanlainen kuin vien-  
nissä, ts. arvioiden perustana on käytetty satamien  
suhteellisten tuontiosuuksien perusteella laskettuja  
regressioarvoja vuodelle 1980.

<sup>1)</sup> Huuskonen, K., Neste Oy: Tiedustelu 22.4.1971



Taulukko 47. Pohjois-Suomen satamien ulkomainen tuonti v. 1969 ja passiivinen ennuste vuodelle 1980

Satama	1969			1980			%
	muu	öljy	yht.	muu	öljy	yht.	
	1,000 t						
Tomio	109	-	109	184	-	184	6
Kemi (Ajos + Veitsiluoto)	29	228	257	20	245	265	9
Oulu	208	280	488	245	295	540	18
Rautaruukki	645	13	658	1,050	17	1,067	35
Raahe	9	-	9	-	-	-	-
Kokkola	201	245	446	226	222	448	15
Pietarsaari	45	39	84	55	38	93	3
Vaasa	95	154	249	130	188	318	10
Kaskinen	2	1	3	-	-	-	-
Muut satamat	46	45	91	70	55	125	4
Yhteensä	1.389	1.005	2.394	1.980	1.060	3.040	100

Kuvassa 44 on Pohjois-Suomen satamien tuonnin kokonaisarviot vuoteen 2000 saakka. Eri vaihtoehdot ovat:

	1980	2000
	1.000 t	
Minimi		4.300
Tod.näk.	3.400	4.900
Maksimi		5.500

Todennäköisen vaihtoehdon keskimääräinen muutos vuosina 1970-2000 on +2,8 %/v.

#### 4.1.4 Kotimaan liikenne

Pohjois-Suomen satamien kotimainen vienti v. 1970 (0,3 milj.t) oli 9 % näiden satamien koko viennistä (3,5 milj.t). Viennin kehitys vuoteen 1980 arvioitiin sen suhteellisen pienestä määrästä johtuen suoraviivaisen regression avulla (taul. 48).

Taulukko 48. Pohjois-Suomen satamien kotimainen vienti v. 1970 ja ennuste vuodelle 1980

Satama	1970	1980	
	1.000 t		%
Oulu	7	10	2
Rautaruukki	76	100	28
Kokkola	183	240	67
Vaasa	8	10	3
Yhteensä	274	360	100

Pohjois-Suomen satamien kotimainen tuonti v. 1970 (1,8 milj.t) oli 46 % satamien koko tuonnista (3,9 milj.t). Kotimaan tuonnissa nestemäisten polttoainneiden osuus v. 1970 oli 90 %, ja 1960-luvulla sen keskimääräinen kasvunopeus on ollut 28 %/vuosi. Sen kotimainen tuonti vuoteen 1980 sekä kokonaisuutena että satamakohtaisesti on ennakoitu (Markkanen 1971) samalla tavalla kuin ulkomaisessa tuonnissa (taul.49):

Taulukko 49. Pohjois-Suomen satamien kotimainen tuonti v. 1970 ja ennuste vuodelle 1980

Satama	1970			1980			%
	Öljy - tuotteet	Muu tavara	Yhteensä	Öljy - tuotteet	Muu tavara	Yhteensä	
	1.000 t						
Kemi	316		316	640		640	18
Oulu	361	19	380	730	55	785	23
Rautaruukki	128	20	148	220	30	250	7
Kokkola	463	5	468	790	10	800	23
Pietarsaari	111	66	177	255	105	360	10
Vaasa	258	62	320	565	110	675	19
Yhteensä	1.637	172	1.809	3.200	310	3.510	100

#### 4.1.5 Satamien passiivinen kokonaistavaraliikenne-ennuste

Satamien kokonaistavaramääräarviot muodostuvat ulkomaisen ja kotimaisen liikenteen summana (taul. 50).

Taulukko 50. Pohjois-Suomen satamien passiivinen kokonaisvienti ja -tuontiennuste vuodelle 1980

Satama	Vienti			Tuonti			Vienti ja tuonti		
	Ulko- maille	Koti- maahan	Yhteen- sä	Ulko- mailta	Koti- maasta	Yhteen- sä	Ulko- mainen	Koti- mainen	Kaikki- aan
	1.000 t								
Tornio	60		60	185		185	245		245
Kemi (Ajos + Veitsiluoto)	740		740	265	640	905	1.005	640	1.645
Oulu	505	10	515	540	785	1.325	1.045	795	1.840
Rautaruukki	500	100	600	1.065	250	1.315	1.565	350	1.915
Raahe	15		15				15		15
Kokkola	365	240	605	450	800	1.250	815	1.040	1.855
Pietarsaari	335		335	95	360	455	430	360	790
Vaasa	90	10	100	315	675	990	405	685	1.090
Kaskinen	170		170				170		170
Kristiinankaupunki	90		90				90		90
Muut satamat	80		80	125		125	205		205
Yhteensä	2.950	360	3.310	3.040	3.510	6.550	5.990	3.870	9.860

Taulukon luvuista laskien kotimainen vienti tulisi v. 1980 olemaan 11 % kyseisten satamien kokonaisviennistä, ja kotimaisen tuonnin osuus koko tuonnista tulisi olemaan 54 %. Kotimaisen tuonnin suuri osuus johtuu polttoaineiden kulutuksen kasvusta. Koti- ja ulkomainen kiennäisöljyn tuonti tulisi v. 1980 olemaan 43 % satamien koko liikenteestä.

Ulkomaan- ja kotimaanliikenteen kokonaismuutos vuosina 1970-80 tulisi olemaan:

	Muutos	
	milj.t	%
Vienti	-0,1	- 1
Tuonti	+2,6	+41
Yhteensä	+2,5	+35



Kuvassa 45 on Pohjois-Suomen satamien kokonaisliikenne vuosina 1960-1970 ja ennuste vuodelle 1980 tavararyhmittäin.

## 4.1.6

## Autolauttaliikenne

Arviot autolautoilla kuljetettavista henkilöautomääristä on tehty käyttäen hyväksi matkakertoimien kehittymistä eli rajanylityksiä/ ajoneuvo satamien vaikutusalueilla. Suomalaisten henkilöautojen osalta vaikutusalueeksi on määriteltä Vaasan lääni ja ruotsalaisten autojen osalta koko Ruotsi, koska tarpeellista tilastomateriaalia alueelliseen erittelyyn ei ole ollut käytettävissä.

Henkilöautojen lauttaliikenteen arvioissa on käytetty taustaennusteena tie- ja vesirakennushallituksen tiesuunnitteluosastolla laadittua autokantaennustetta (tvh, tiesuunnitteluosasto 1970) ja Ruotsin osalta on käytetty vuodelle 1975 laadittua ennustetta (Endredi 1967), jota on jatkettu vuoteen 1990 vuoden 1975 ennusteen osoittaman kehityksen mukaisesti.

Vuosina 1970-1980 matkakerrainten kasvun on oletettu seuraavan autokantojen kasvua ja vuosina 1980-1990 hidastuvan kysynnän kasvun hidastumisen seurauksena.

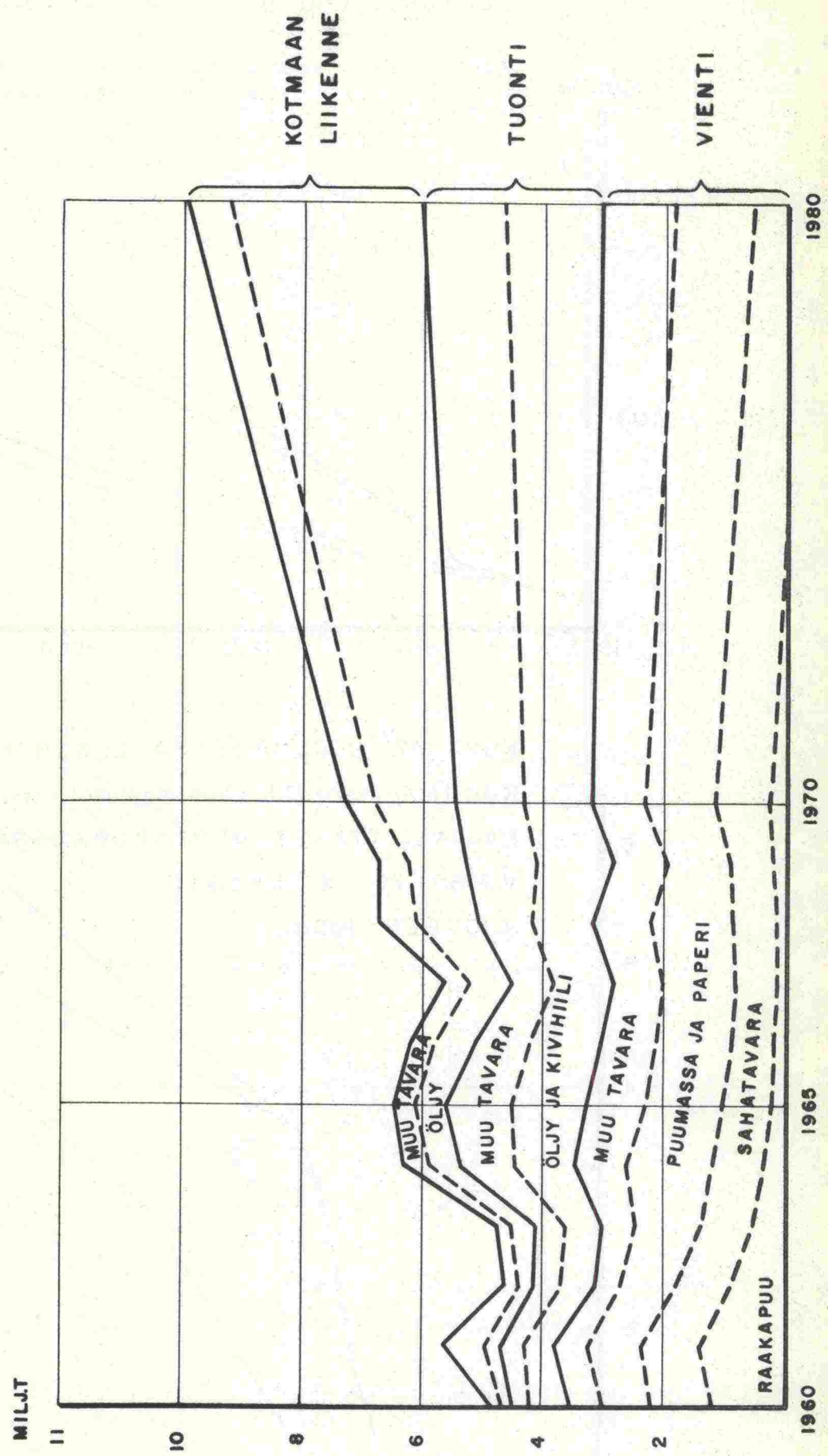
Mainitulla tavalla menetellen on kehitysarviossa päädytty seuraaviin maksimi- ja minimiarvioihin Merenkurkun liikenteessä (vrt. kuva 46).

	1975	1980	1985	1990
	1.000 henkilöautoa			
Maksimi	98	146	178	210
Minimi	90	130	155	180

Kuorma-autojen kuljetus autolautoilla on alkanut Merenkurkussa (Vaasa, Pietarsaari) varsinaisesti v. 1965 ja on siitä kasvanut vuoteen 1970 mennessä 14-kertaiseksi. Erillisten perävaunujen määrä on ollut 13 % kuorma-autojen määrästä. Kuorma-autojen lauttakuljetusten arvioidaan kasvavan 1970-luvulla 5 % vuodessa ja myöhemmin hitaammin. Erillisten perävaunujen on oletettu olevan minimivaihtoehtoon mukaan 13 % ja maksimivaihtoehtoon mukaan 15 % vastaavista kuorma-autovaihtoehtoista. Näiden olettamusten mukaan saadaan kehitysarvioksi (vrt. kuva 47):

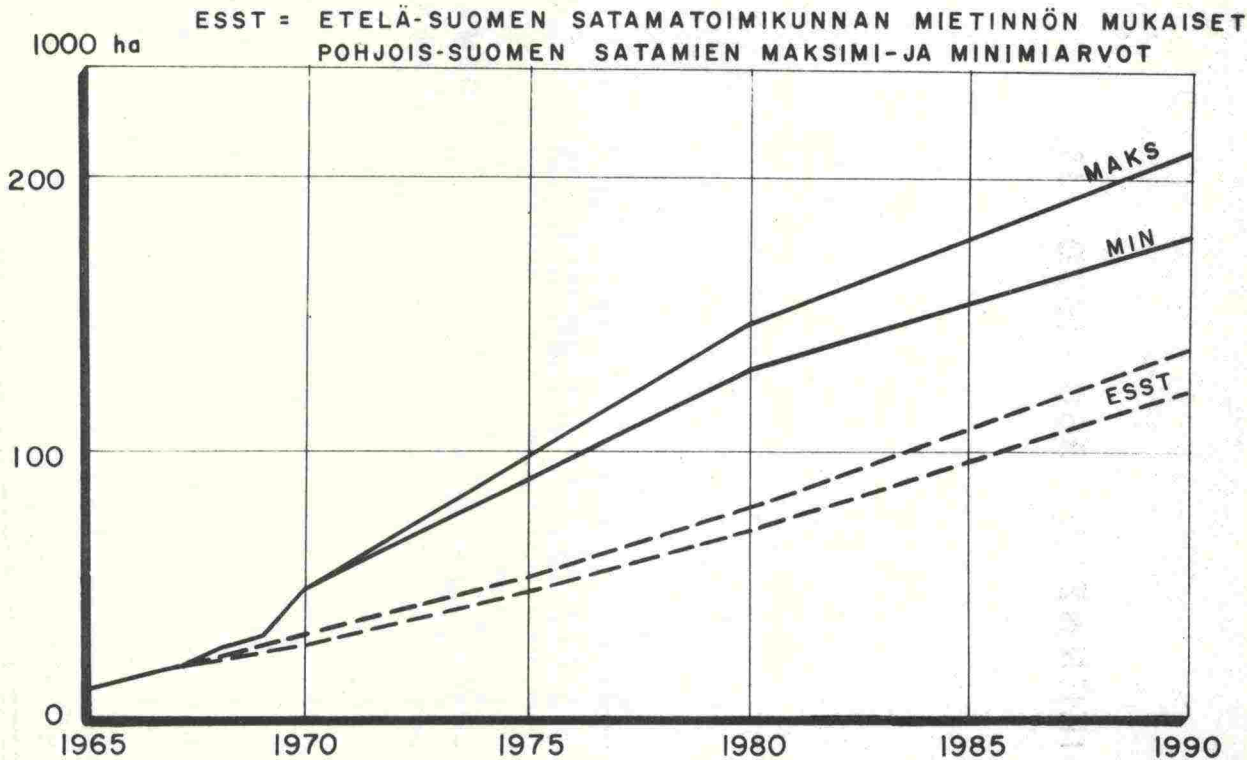
	Kuorma-autot ja erilliset perävaunut, kpl			
	1975	1980	1985	1990
Maksimi	4.700	5.750	6.000	6.300
Minimi	4.300	5.000	5.500	5.600

KUVA 45. POHJOIS-SUOMEN KOKONAISLIIKENNE V. 1960 - 1970 JA  
ENNUSTE VUOTEEN 1980.

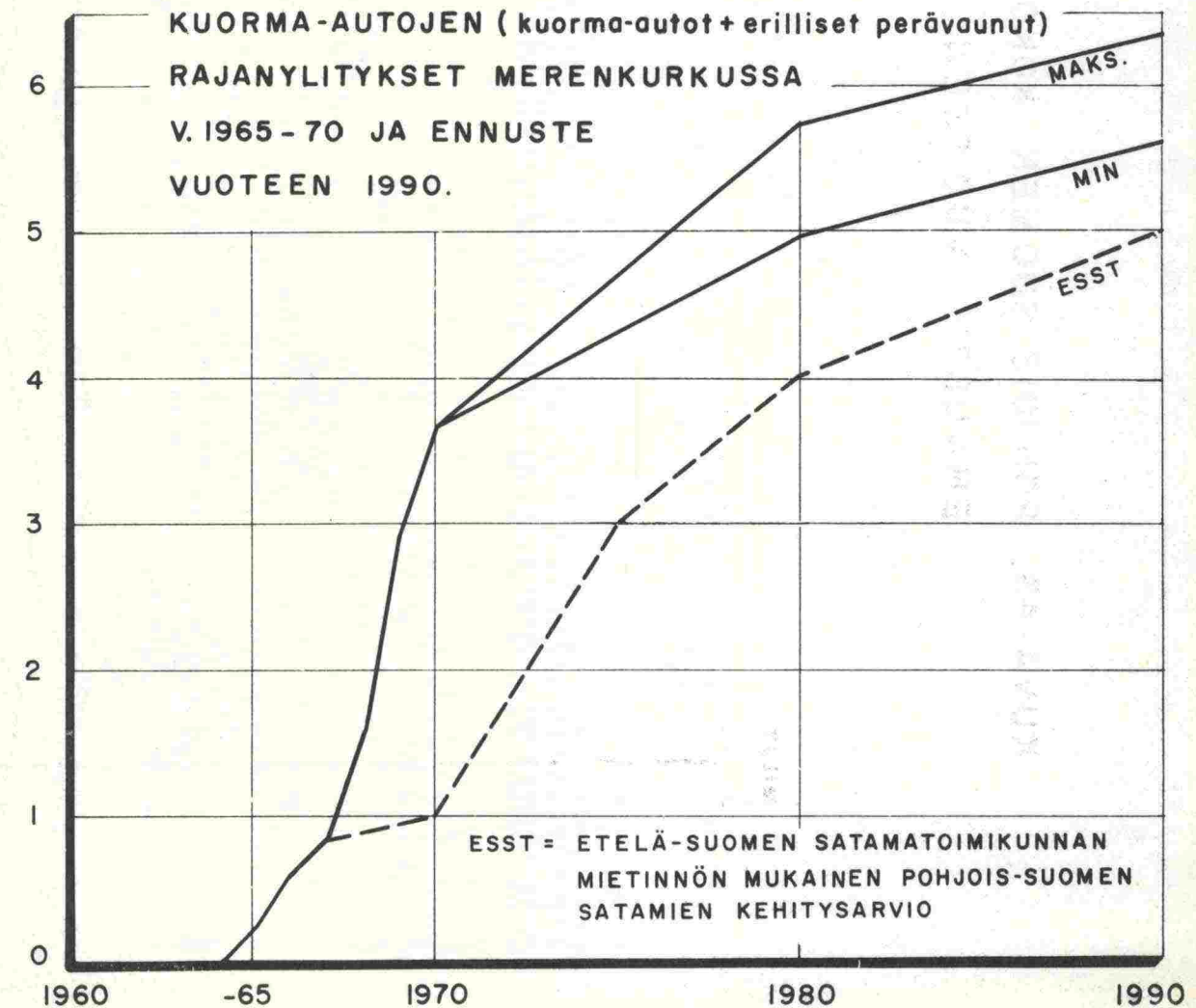




**KUVA 46. SAAPUNEIDEN JA LÄHTENEIDEN HENKILÖAUTOJEN  
VESIRAJANYLITYKSET MERENKURKUSSA V.1965 - 70 JA  
ENNUSTE VUOTEEN 1990, MAKSIMI- JA MINIMIARVOT.**



**KUVA 47. ULKOMAISESSA LIIKENTEESSÄ OLEVIA  
KUORMA-AUTOJEN (kuorma-autot + erilliset perävaunut)  
RAJANYLITYKSET MERENKURKUSSA  
V.1965 - 70 JA ENNUSTE  
VUOTEEN 1990.**



## 4.2 Satamatoimintoihin vaikuttava kehitys

### 4.2.1 Ulkomaankaupan kehitystekijät

Suomen ulkomaankaupassa on viennin tavaravalikoina 1960-luvulla jatkuvasti monipuolistunut. Kun puun ja sen jalosteiden vienti v. 1961 oli 79 % koko viennin arvosta, oli tämän ryhmän suhteellinen osuus v. 1970 enää 56 %. Metalliteollisuus ja muu teollisuus on vastaavasti lisännyt vientiosuuttaan. Tuonnissa ei ole tapahtunut yhtä merkittäviä muutoksia, lukuunottamatta kivennäisöljyn osuuden kasvua.

Vaikka vienti 1960-luvulla selvästi monipuolistui, on vientiteollisuus edelleen suhdanneherkkä. Jonkin päävientituotteen, esim. selluloosan tai paperin kysynnän heikkeneminen näkyy sekä vientituloissa että liikenne-luvuissa. Ulkomaankauppamme osuus on vajaat 1 % koko maailman vientikaupasta, jonka vuoksi mahdollisuudet vaikuttaa kauppamme perustana oleviin tekijöihin ovat rajoitetut.

Ulkomaankaupan alueellista jakautumaa tarkasteltaessa (taul. 51) havaitaan, että 31.12.1967 loppuunsaatetut EFTA:n tullinalennukset ovat kiihdyttäneet kaupan suuntautumista kyseiselle vapaakauppa-alueelle. EEC-kauppamme on kasvanut keskimääräistä ulkomaankaupan kasvua hitaammin. Ulkojäsenyys EFTA:ssa on helpottanut nimenomaan jalostettujen tuotteiden vientiä Suomesta.

Taulukko 51. Ulkomaankaupan osuus talousyhteisöittäin v. 1961 ja v. 1970 sekä keskimääräinen vuotuinen kasvuprosentti v. 1961-70

Talousyhteisö	Vienti			Tuonti		
	Osuus v. 1961	Osuus v. 1970	Keskim. muutos v. 1961- 1970	Osuus v. 1961	Osuus v. 1970	Keskim. muutos v. 1961- 1970
	%	%	%/v	%	%	%/v
EFTA	34,7	44,5	+15	34,7	44,2	+16
EEC	31,0	23,3	+10	34,8	27,8	+11
COMECON	18,0	15,8	+9	19,1	16,2	+10
Muut maat	16,3	16,4	+12	11,4	11,8	+13
Yht.	100,0	100,0	+12	100,0	100,0	+13

Ulkomaankaupan vapauttamista suosiva kauppapoliittinen linja on kaupan kehitystä kuvaavien lukujen valossa osoittautunut tärkeiltä osiltaan myönteiseksi. Vapaampi ulkomaankauppa on avannut Suomen teollisuudelle mahdollisuuden poistaa ahtaiden kotimarkkinoiden rajoitukset ja päästä pitempiin sarjoihin sekä parantaa tuottavuutta. Suomen kokonaisviennin kasvu on tarkastelukautena 1961-70 ollut vuosittain arvoltaan 12 %. Suomen taloudellinen kasvu näyttää 1970-luvulla perustuvan yhä ratkaisevammin ulkomaankaupan laajentumiseen.



Etenkin teollistuneiden maiden ulkomaankauppa kasvoi 1960-luvulla voimakkaasti. Tämän suuntauksen voidaan olettaa yhdentymiskehityksen myötä jatkuvan. Maamme kannalta Keski-Euroopan merkitys viennin luonnollisena markkina-alueena korostuu. Sama ilmiö koskee tuontia 1970-luvun jälkipuoliskolla, jolloin Euroopan puunjalostustuotteiden tarpeen odotetaan ylittävän alueen oman tuotantopotentiaalin. Tässä tilanteessa vientitoimitukset on mahdollista keskittää entistä suuremmassa määrin tälle alueelle. Liikenne tälle alueelle voidaan hoitaa suurelta osin Itämeren ja Pohjanmeren liikenteeseen soveltuvilla roll on-roll off (ro-ro) aluksilla. Suhteellisen lyhyen kuljetusmatkan takia voi tuotteiden yksikköarvon kasvaessa myös auto- ja rautatiekuljetusten osuus nykyisestä kasvaa. Näin tapahtuisi, jos Tanskan salmien ylitys helpottuisi tai lauttaliikenne Tallinnan kautta avautuisi.

Aikanaan tulee viennin rakenteessa tapahtuva muuttuminen, ts. puunjalosteiden osuuden väheneminen, vaikuttamaan Suomen tärkeimpien vientisatamien toimintoihin. Mm. toimitettavien tavaralajien luku kasvaa nykyisestä. Tämä kehitys lienee kuitenkin hidasta, koska uusvientitulee käsittämään pitkälle jalostettuja tuotteita ja vienti suoritetaan osaksi teollisuussatamien kautta.

Tällä hetkellä raakapuuvarat asettavat rajoituksen alan perustuotannon laajentamiselle. Puunjalostusteollisuuden investoinnit keskittynevät tämän vuoksi sekä kemiallisen että mekaanisen puunjalostuksen puolella ja jalostusasteen kohottamiseen ja tuotekehittelyyn edellyttäen, että EEC-ratkaisu ko. sektorilla on suotuista. Puunjalosteiden viennissä painotonnien huomattava kasvu edellyttää tulevaisuudessa joko MERA-ohjelman toteuttamista tai raakapuun tai vaihtoehtoisesti puumassan tuontia. Mahdollisuuksien rajoissa lienee hakkeen tuonti myös Euroopan ulkopuolelta.

Painomääräisesti Pohjois-Suomen satamissa tärkeä puunjalosteiden vienti on pitemmän aikaa osoittanut suuntausta kohti pieneneviä toimituseriä. Tämä kehitys on yhteydessä ostajien varastotottumusten muuttumiseen, kiristyvään kilpailuun ja liikenneyhteyksien parantumiseen. Suuntausta edistää lisäksi siirtyminen perustuotannosta pitemmälle jalostettuihin lajeihin. Tästä suuntauksesta on seurauksena se, että ulkomaankaupalle on kyettävä takaamaan ympärivuotiset, säännölliset ja täsmälliset kuljetusyhteydet.

## 4.2.2

## Laivauserien koon kehitys

Laivauserien (toimituserien) eli tietyille ostajalle tietyllä aluksella toimitettujen Pohjois-Suomen tiettyä tavaralajia olevien vientitavaraerien keskimääräiset koot v. 1969 on selvitetty kaikkien satamien ja erikseen Etelä-Suomen satamien kautta vietyjen laivauserien keskikokojen perusteella. Ne sekä viennin tavararyhmät vuosina 1969 ja 1980 ovat (taul. 52):

Taulukko 52. Pohjois-Suomen vientitavaroiden laivauserien keskikoko tavararyhmittäin v. 1969 ja 1980

Tavararyhmä	Laivauserien keskikoko, t		Tavararyhmän osuus viennistä, %	
	kaikki satamat	E-Suomen satamat	1969	1980
Joukkotavara	2.230	320	13,9	8,9
Sahatavara	705	220	21,6	17,8
Selluloosa	340	250	37,0	19,8
Paperi	155	100	14,8	32,5
Muu yksikkötavara ja kappaletavara	145	110	12,7	21,0
Yhteensä	630	210	100,0	100,0

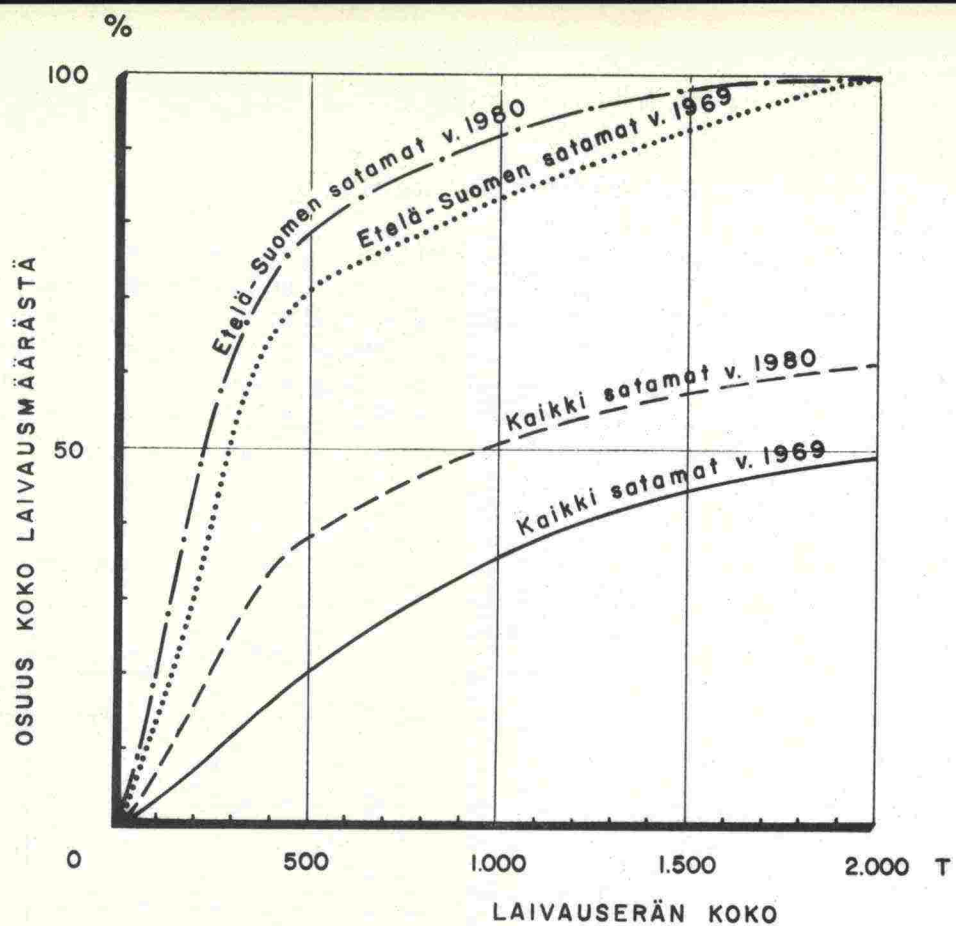
Kaikkien vientitavararyhmien keskimääräinen laivauseräkoko v. 1969 ja viennin rakennemuutoksen perusteella laskien v. 1980 on:

	Pohjois-Suomen viennin laivauserien keskikoko, t	
	1969	1980
Kaikkien satamien kautta	630	470
Etelä-Suomen satamien kautta	210	170

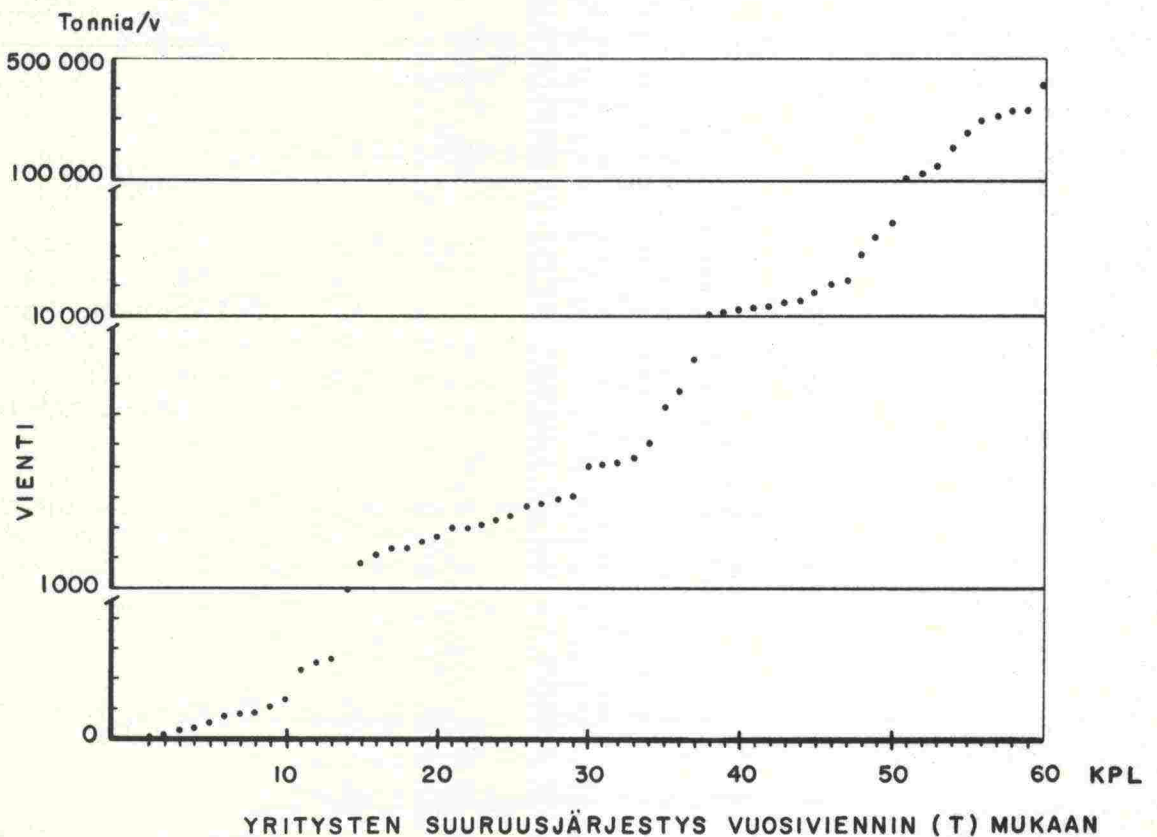
Pohjois-Suomesta Etelä-Suomen satamien kautta laivattujen erien koko on 1/3 kaikkien (pääasiassa Pohjois-Suomen) satamien laivauserien keskikokoosta. Havaitaan myös, että v. 1980 ovat laivauserät ainakin 20-25 % pienempiä kuin v. 1969. Runsaampikin pieneneminen on mahdollista, jos jalostusaste kasvaa myös tarkasteltujen tavararyhmien sisällä.

Laivauseräkokojen kumulatiivista jakautumista osoittavasta piirroksesta (kuva 48) saadaan mm. seuraava asetelma:





KUVA 48. POHJOIS-SUOMEN TEOLLISUUDEN VIENTITAVAROIDEN LAIVAUSERIEN KESKIKOKO V. 1969 JA V. 1980 KUMULATIIVISESTI 2000 TONNIN ERÄKOKOON SAAKKA



KUVA 49. YRITYSTEN SUURUUS VUOSIVIENNIN (T) MUKAAN

	Laivauseristä alle		
	500 t	850	1.000 t
	%		
Kaikki satamat			
v. 1969	20	32	36
v. 1980	38	48	51
Etelä-Suomen satamat			
v. 1969	71	80	83
v. 1980	79	89	92

Laivauserien koolla on merkitystä mm. arvioitaessa kokojunakuljetusten käyttömahdollisuutta ja alusten lastin kertymää yhdestä satamasta. Vuonna 1969 olivat Pohjois-Suomen vientitavaran rautatiekuljetukset pääasiassa kuljetuksia Etelä-Suomen satamiin, ja Etelä-Suomessa laivatusta tavarasta oli 71 % alle ja 29 % yli 500 tonnin erää. Lähetyksistä voitiin käytännössä muodostaa 800 tonnin painoisia kokojunia (netto n. 500 t.) 18% ja 82 % kuljetettiin vaunukuormaliikenteenä. Laivauserien koon pienenemisestä voidaan karkeasti arvioida, että v. 1980, jolloin vähintään 500 tonnin suuruisia erää on enää 21 % tavaramäärästä, saataisiin muodostetuksi 800 tonnin kokojunia n. 13 % ( $21/29 \times 18\%$ ), jos liikenne hajautuisi kuten v. 1969 useihin satamiin.

Selostetulla tavalla arvioiden saataisiin kaikkien satamien laivauseristä v. 1969 muodostetuksi esim. 1.300 tonnin junia (netto n. 850 t) 42 % ja n. 1.600 tonnin junia (netto n. 1.000 t) 30 % hajautetussa liikenteessä.

Keskittettäessä liikennettä harvoin satamiin ja niissä terminaleihin, voidaan muodostaa enemmän ja suurempia junia, koska samalta tuotantolaitokselta lähetettäviä laivauseria voidaan yhdistää samaan junaa. Rajoittavana tekijänä saattaa kuitenkin olla tuotantolaitosten toimituskyky ja kuljetusten tiheystarve.

Pohjois-Suomen vientiteollisuusyritysten suuruusjakauma (yrityshaastattelun mukaan, jolloin viennistä puuttuu n. 10 %, joka todennäköisesti on pienehköjen yritysten vientiä) osoittaa (kuva 49), että esim. alle 10.000 t/v vieviä yrityksiä on 31, eli 62 % yritysten luvusta, mutta niiden vienti oli kuitenkin vain runsas 3 % koko viennistä. Yritysten jakautuminen meriviennin suuruuden mukaan ryhmiin ja ryhmien keski-vienti t/yritys ja vuosi oli yrityshaastattelun perusteella (taul. 53):



Taulukko 53. Pohjois-Suomen yritysten jakautuminen suuruusryhmiin vuosiviennin perusteella.

Vienti t/v	Vienti		
	Keskimäärin t/v ja yritys	yhteensä 1.000 t/v	%
- 1.000	199	3	0,1
1.000 - 9.999	3.965	95	3,1
10.000-99.999	29.117	378	12,5
100.000 -	255.367	2.554	84,3

Ennen kokojunien muodostamismahdollisuutta koskevaa tarkastelua on taulukon luvuista vähennettävä ne joukotavaramäärät ja mm. Rautaruukki Oy:n vientitavarat, jotka olettamuksen mukaan joka tapauksessa laivataan avovesikaudella Pohjois-Suomen satamista. Näin tehden saadaan niiksi enimmäistavaramääräksi, joiden rautatiekuljetus Etelä-Suomen satamiin v. 1969 olisi voinut tulla kysymykseen:

Vienti t/v	Vienti	
	1.000 t/v	%
- 1.000	3	0,2
1.000- 9.999	95	6,5
10.000-99.999	174	11,9
100.000-	1.196	81,4
	1.468	100,0

Asetelman mukaan on vuosittain alle 10.000 t vievien yritysten vientiosuus 6,7 % ja alle 100.000 t/v vievien yritysten osuus 18,6 %. Kun suhteellisen pitkälle jalostettujen tavaroiden, esim. puunjalostusteollisuustuotteiden, toimitustiheystarve yleensä on 1,2 viikkoa on ilmeistä, että alle 10.000 t/v vievät yritykset (keskimääräinen vienti alle 4.000 t/v ja osuus koko viennistä n. 7 %) eivät voi toimittaa lähetyksiään edes 500 nettotonnin kokojunina.

Jos toimitustiheystarpeeksi arvioidaan keskimäärin 10 vrk on tuotantolaitoksilta lähetettävä vähintään 36 kuljetusta/v. Kuvan 49 ja taulukon 53 perusteella voidaan arvioida, että v. 1969 olisi liikennettä keskitettäessä voitu tavaroista kuljettaa tuotantolaitoksilta likimäärin 90 % 850 nettotonnin kokojunina ja 84 % 1.000 nettotonnin kokojunina. Yhdistämällä kuitenkin useilta tuotantolaitoksilta tulevia junalähetyksiä voidaan saada keskitetyssä liikenteessä kootuksi ko. kokojunia laskennallista määrää enemmän.

Vastaavaa arviota vuodelle 1980 ei ole käytettävissä mutta on oletettavissa, että kokojunien käyttömahdolli-



suus keskitetyssä liikenteessä tällöin paranee, koska tuotannon lisäykset tapahtuvat pääasiassa entisissä suurissa yrityksissä.

Yhteenvetona laivauserien kehityksen vaikutuksesta liikenteeseen voidaan todeta, että eräkoon pieneminen lisää liikenteen keskittämistarvetta satamissa, jolloin kokojunien sekä isompien alusten ja isompien lastien saantimahdollisuus samasta satamasta paranee.

#### 4.2.3

##### Kuljetustekniikka

Kuljetustekniikan kehitys nopeutui 1960-luvulla merkittävästi, ja tämä kehityssuunta näyttää jatkuvan. Muutosprosessin pääasiallisina syinä mainitaan teollisuusmaiden kohonneet työkustannukset, jatkuva teollistuminen ja siitä johtuva maailmankaupan laajeneminen. Tällä hetkellä kuljetustoiminnan kehitys näyttää keskittyneen:

- 1) Tavarankäsittelymenetelmien rationalisointiin
- 2) Tavarankäsittelyä helpottavien ja jouduttavien kuitavalastialustyyppien käyttöönottoon
- 3) Joukkotavaran kuljetusalusten ja säiliöalusten koon kasvuun
- 4) Kuljetusketjujen integrointiin

Viimemainittu merkitsee sitä, että kuljetukset pyritään hoitamaan tuotantoprosessin jatkeena, ts. ovelta ovelle kuljetuksena.

Kehittämistoimien yleisenä tavoitteena on erikoistuminen kuljetuksissa, satamien työnjako ja käsittelyvaiheiden koneellistaminen. Teknillisten apuvälineiden käyttö satamissa vaatii lisääntyvää pääomapanosta, mistä syystä välineistölle olisi taattava korkea käyttöaste. Tämä edellyttää tavaravirtojen keskittämistä entistä harvempiin satamiin (ICHCA 1971).

Alusten tärkeimmät kehityspiirteet satamien kannalta ovat aluskoon kasvu ja uusien alustyyppien ilmaantuminen. Esimerkkinä mainittakoon myös Pohjois-Suomen satamien rooli on - roll off alusliikenne (aluksia ja niiden kehitystä on selvitetty tarkemmin kohdassa 4.2.4).

Maakuljetuksissa on kilpailu pakottanut tuotekehittelyyn ja rationalisointiin kustannusten alentamiseksi. Rautateiden pyrkimykseen kuuluu tavaravaunuston uusiminen mm. rakentamalla erikoisvaunuja ja täyttösuhteeltaan tehokkaiden vaunujen aikaansaaminen, akselipainon korottaminen, kuljetusnopeuden lisääminen, kierrosaikojen lyhentäminen ja sauryksiköiden käsittelykaluston hankkiminen rataverkon eri osille. Kaikki nämä yleensä edellyttävät investointeja.

Rautatieliikenteessä on kuljetustilanne edullisin silloin, kun tavara voidaan toimittaa tuotantolaitokselta satamaan tai päinvastoin säännöllisinä kokojunakuljetuk-



sina. Tämän tavoitteen toteuttamista edistää terminaaliliikenne ja tavaravirtojen keskittäminen entistä harvempiin satamiin.

Kuorma-autoliikenteessä on myös odotettavissa siirtymistä suurempiin kuormiin ja suurimman sallitun akselipainon, 8 tonnia, korvaamista 10 tonnin akselipainolla. Satamissa ei tämän muutoksen jälkeen tarvitsisi enää muutella laivattavien auto- tai perävaunukuormien painoa ulkomaanliikenteessä. Lisääntyvä kuorma-autoliikenne vaatii satamilta asianmukaisia liikennejärjestelyjä, mm. tilantarve kasvaa ja liikenneväylät ja niiden järjestely lisäävät investointi- ja käyttömenoja.

Satamien kehittämisesä näyttää terminaalitoiminnan lisääntyminen olevan tärkeällä sijalla. Satamaterminaalilla (yleisesti satama sinänsä on terminaalii) tarkoitetaan yksityisen osapuolen hallinnassa olevaa, säännölliseen linjaliikenteeseen tavallisesti "one port - one port" periaatteella käytettävää satamanosaa kenttäalueineen, työkoneineen ja jatkoyhteyksineen sekä tämän toiminnan organisaatiota. Satamaterminaalii on suljettu alue erillään muusta satamassa tapahtuvasta toiminnasta. Terminaalialukset ovat terminaalii laivapaikkojen suhteen etuoikeutetussa asemassa muihin aluksiin nähden, joten laituripaikan odotus vältetään (Suopohja 1971).

Suomen oloihin edullisin terminaalivaihtoehto lienee suuntakohtainen satamaterminaalii. Sen pääperiaatteena on, että laivattava tavara vastaanotetaan terminaaliiin viimeistään 24 tuntia ennen ensimmäistä laivauspäivää. Terminaalissa tavara varastoidaan, mahdollisesti suuryksiköidään ja lastinkäsittely suoritetaan suuryksikköinä. Laivaajalta ei peritä terminaalivuokraa.

Terminaalitoiminnassa saavutetaan tavanmukaista parempi lastausteho. Tämän ansiosta alusliikenne voidaan mitoittaa aikataulun mukaan, ja samalla lyhenee alusten satamassaoloaika. Terminaalii työskentely ei rajoitu muun satamatyön tapaan yksivuorotyöhön. Liikenne- ja rakennusteknillisesti asetetaan terminaaliiille erikoisvaatimuksia. Siihen voi kuulua esim. säädettäviä ajosiltoja, peräporttilaitureita, suuryksiköiden käsittelykalustoa, laiturikenttä ja varastorakenteita. Terminaalii toiminta parantaa laiturin toimintasuhdetta, mutta toisaalta vaatii laajoja kenttiä, katoksia ja halleja, koska tavarankäsittelyn tulee terminaalissa olla säästä riippumatonta.

Lastinkäsittelyn tehostamista on haitannut kuljetettavien yksikkötavaroiden heterogeenisuus. Epäkohta on pyritty ratkaisemaan muodostamalla koneelliseen lastinkäsittelyyn soveltuvia yksikkö- ja suuryksikkökuormia, jotka koostuvat useammasta perusosasta, kuten säkistä, paa-lista, laatikosta jne.

Lastin yksiköinnin kehittäminen jatkuu eri osapuolten etsiessä uusia ratkaisuja. Mahdollisuuksien mukaan py-



ritään tuotteet jo tehtaalla järjestämään lastiysk-siköksi. Suomessa tällä hetkellä käytettävistä yksikkömenetelmistä mainittakoon tavalliset yksikkökuormat (kuormalavat, häkit yms.), joiden paino on n. 1-3 tonnia ja ns. suuryksiköt (suurlava, konteineri ja erillinen perävaunu), joiden paino on 10-30 tonnia.

Kuormalavat ovat yksikkökuormia, jotka on yleensä tehty puiselle yksi- tai kaksikantiselle kuormaustaikuljetuslavalle. Yksikön käsittely voidaan hoitaa nykyisen trukikaluston avulla.

Suurlavat perustuvat edellisen mukaiseen ratkaisuun, mutta kuorman mitat ja paino ovat kasvaneet. Suurlava saattaa liikkua pyörillä. Suurlavan haittana ovat sen vaatimat melkoiset perusinvestoinnit.

Konteineri on yleensä teräksestä tai alumiinista rakennettu umpinainen suursäiliö, joka täyttää säädetyt lujusvaatimukset. Konteinereita voidaan pinota kansilastiksi ja siirtää nopeasti kuljetusvälineestä toiseen, jos on käytettävissä tarvittavat laitteet. Konteinerien leveys ja korkeus on yleensä 8 jalkaa ja tavallisin pituus on 20 jalkaa. Sen lisäksi esiintyy 40 jalan pituuksia. Sallittu enimmäispaino 20 jalan konteinerilla on 20 tonnia ja 40 jalan konteinerilla 30 tonnia. Tyhjänä 20 jalan konteineri painaa n. 2 tonnia, ja lastatun 20 jalan konteinerin keskipaino on 11-12 tonnia (Vetter 1970).

Konteineri on saavuttanut nopeasti vahvan aseman merikuljetuksissa. Sen perusidea on ovelta ovelle kuljetus, ts. sillä pyritään poistamaan tavaran välikäsitteilyt. Konteineriliikenne on yleistynyt etenkin teollistuneiden maiden välisessä valtameriliikenteessä, jossa on konteineriin sopivaa tavaraa molempiin suuntiin.

Ahtausteknillisesti konteinerissa on se haitta, että sen tilavuutta on vaikea täysin käyttää hyväksi. Etuna on mainittava käsittelyn nopeus ja vähäinen tavaran vahingoittumisriski (Mc Kinsey & Co 1967).

Konteineriliikenne tulee keskittymään joihinkin Etelä-Suomen satamiin. Koska sen piiriin kuuluva tavaramäärä meillä on rajoitettu, on luultavaa, että konteineri ei maassamme tule toistaiseksi saavuttamaan yhtä varauksentonta suosiota kuin mannermaalla. Franco-myyntiehdon yleistyminen voi kuitenkin merkittävästi nopeuttaa konteineriliikenteen kehitystä Suomessa. Tällä hetkellä suurlavat ja kuorma-auto- ja perävaunukuormat kilpailevat konteinerien kanssa, joskin viimeainittujen lisäys on ollut selvästi nopeinta. Vuosina 1969 ja 1970 Suomen kansainvälinen autokuorma- ja konteinerivaihto oli yhteensä (vientä + tuonti)



	Kuorma-auto- kuormat		Perävaunu- kuormat		Konteinerit	
	kpl	1.000 t	kpl	1.000 t	kpl	1.000 t
1969	25.773	363,0	8.494	108,0	11.392	111,3
1970	36.221	515,0	11.129	138,0	20.651	227,4

#### 4.2.4 Alukset

Säiliöalusten ja kuivalastialusten yleisestä kehityksestä voidaan todeta mm. seuraavaa (vrt. myös Perto-vaara 1971):

Säiliöalukset. Maailman säiliöalustonnisto on erikoistumassa 100.000-500.000 dwt:n raakaöljyn ja 25.000-100.000 dwt:n öljytuotteiden kuljettajiin sekä alle 25.000 dwt:n jakelualuksiin.

Suomen säiliöaluskannan v. 1970 muodosti 50 alusta, jotka jakautuivat eri kantavuusluokkiin seuraavasti:

Kantavuus		kpl
dwt		
alle	25.000	44
25.000 -	100.000	4
yli	100.000	2

Suomeen on raakaöljystä 70 % tuotu Ventspilsin satamasta Itämerellä. Sataman kulkusyvyys on 10,5 m, mikä rajoittaa aluskoon alle 25.000 dwt:ksi. Muu osa raakaöljystä tuodaan valtameriliikenteenä, jolloin Tanskan salmet rajoittavat täydessä lastissa kulkevien alusten koon n. 80.000 dwt:ksi. Isommat alukset joutuvat varastoimaan osan lastistaan Luoteis-Eurooppaan. Mikäli Suezin kanava avataan voitaneen harkita öljyn tuonti Persianlahdelta Suomeen myös n. 60.000 dwt:n aluksilla, jollaiset voivat kulkea koko matkan täydessä lastissa.

Jakelukuljetuksissa rannikkoliikenteessä taloudellisin aluskoko lienee useissa tapauksissa 25.000 dwt:n, jopa yli 30.000 dwt:n aluskoko. Ottamalla kuitenkin huomioon merenkulkuhallituksen suositus jakelualusten maksimikosta, mikä perustuu väyliemme laatuun ja nykyiseen tilaan, voitaisiin kotimaan jakeluliikenne suorittaa enintään 15.000-18.000 dwt:n kokoisilla aluksilla. Eripituisilla reiteillä vuosittain kuljetettavista öljytuotemääristä riippuen tullevat myös 5.000-6.000 dwt:n (sisävesillä, kuten Saimaan kanavan alueella myös 2.000 dwt:n) säiliöalukset taloudellisista syistä tietyissä tehtävissä kysymykseen. Arvioiden ja suoritettujen laskelman mukaan olisivat 1970-luvun säiliöalusten kantavuusluokat ja niiden osuudet öljyliikenteestä kuljetusten nykyrakenteen perusteella:

Tehtävä	Kantavuusluokka, dwt
Raakaöljyn kuljetus	
- 70 prosenttisesti (Ventspils)	20.000 - 25.000
- 30 prosenttisesti (Persianlahti)	60.000/115.000
Pohjois-Suomen jakelukuljetus	
- 15 prosenttisesti	5.000 - 6.000
- 85 prosenttisesti	15.000 - 18.000

Kuivalastialukset ovat erikoistuneet säiliöaluksia pitemmälle. Kuivalastialusten ryhmiä, niillä kuljetettavia tavaroita ja lastinkäsittelymenetelmiä maailman meriliikenteessä kuvaa taulukko 54.

Taulukko 54. Tärkeimmät kuivalastialustyyppit, niillä kuljetettavat tavarat ja lastinkäsittelymenetelmät maailman meriliikenteessä

Alustyyppi	Kuljetettava tavara	Lastinkäsittelyväline tai -menetelmä
Irtolastialus	- Irto- eli bulk-tavara (kivihiili, rikaste, sementti, vilja ym.)	Elevaattori Kauhakuormaaja Kierresiirrin jne.
Konventionaalinen kuivalastialus (lo - lo alus)	- Kappaletavara (koneet ja koneenosat, säkit, laatikot ym.) - Yksikkötavara (1-3 tonnin kuormalava, laatikko, ym.)	Lift on - lift off
Suurluokkuinen yleislastialus (Universal superliner)	- Kappaletavara - Yksikkötavara - Suuryksiköt	Lift on - lift off Roll on - roll off Truck to truck
Lastilautta (ro - ro alus)	- Suuryksiköt (yksiköstä kootut 10-20 t taakat, suurlavat, konteinerit, trailerit ym.)	Roll on - roll off Truck to truck
Konteinerialus	- Konteinerit	Lift on - lift off
LASH alus. float on - float off alus tms.	- Superyksiköt (300-400 t:n promut)	Lift on - lift off Float on - float off Elevaattori
Avomeriproomu (miehittämätön, hinattava tai työnnettävä)	- Irtotavara - Yksikkötavara - Suuryksiköt - Nestemäiset polttoaineet	Lift on - lift off Roll on - roll off Pumppu
Autolautta	- Suuryksiköt (autot, traile rit)	Roll on - roll off

Konventionaalisten kuivalastialusten merkitys myös Suomen ulkomaanliikenteessä on vähenemässä. Niiden tilalle tulevat suurluokkuiset yleislastialukset, jotka pystyvät käsittelemään yksikkö- ja kappaletavaran lisäksi



suuryksiköitä sekä lo - lo että ro - ro menetelmällä sivuporttien kautta.

Lastilautat vakinaistuivat 1960-luvun loppupuoliskolla. Niiden lastinkäsittely perustuu peräportin kautta tapahtuvaan ro - ro menetelmään.

Suomen satamien ja Itämeren ja Pohjanmeren satamien väliseen liikenteeseen ro - ro alukset ovat sopeutuneet hyvin. Ne soveltuvat myös eräiden Iso-Britannian satamien liikenteeseen. 1970-luvulla tulee Suomen liikenteeseen todennäköisesti 30-40 ro - ro alusta ja lisäksi useita suomalaisia lo - lo aluksia, jotka voivat lastata sivuporttien kautta ro - ro menetelmällä. Ro - ro alusten kuljetuskapasiteetin voitaneen vuoden 1973 tienoilla arvioida olevan runsas 3 milj.t/v. Suomeen tilattujen ro - ro alusten koko on 2.100 - 6.650 dwt.

Varsin pitkälle erikoistunutta alustyyppiä edustavat konteinerialukset. Ne toimivat yleensä valtameriliikenteessä. Tällä hetkellä on valtameriliikenteessä tai tilauksessa ulkomailla 8.000 - 35.000 dwt:n konteinerialuksia, joskin myös pykälälaivakokoisia konteinerialuksia on rakenteilla Itämeren liikenteeseen. Tulevaisuudessa valtameriliikenteen konteinerialusten koko nousee 60.000 dwt:iin Pohjois-Atlantin liikenteessä. Suomen satamien toistaiseksi suhteellisen vähäinen konteineriliikenne on hoidettu ja tultaneen 1970-luvulla hoitamaan pääasiassa yleislastialuksilla ja lastilautoilla.

Jo 1980-luvun alkuvuosina LASH-tyyppiset (Lighter Aboard Ship) alukset otaksutaan varsin tavallisiksi valtameriliikenteessä. Niiden soveltumista Suomeen vaikeuttaa pitkä talvi, vaikeat jääolot, vähäinen sisävesitieverkko ja suhteellisen pienet tavaramäärät reiteillä.

Miehittämättömiä, hinattavia tai työnnettäviä avomeriproomuja käytetään jo verraten runsaasti joukko- ja yksikkötavaroiden kuljettamiseen mm. Kanadan ja Yhdysvaltojen rannikoilla sekä Itämeren ja Pohjanmeren liikenteessä (mm. välillä Puola-Belgia). Proomujen etuna on niiden alhainen hinta lastitilan suuruuteen verrattuna. Proomujen rakentamiskustannukset ovat vain 1/5 samankokoisen konventionaalisen aluksen rakentamiskustannuksista (2nd International Tug Conference, London 1971). Suomeen tällaiset alukset ovat suorittaneet muutamia käyntejä, mutta talviolot asettanevat rajoituksia niiden yleistymiselle.

Taulukossa 55 on esitetty Suomen liikenteeseen soveltuvien kappale- ja yksikkötavara-alusten kehitysarvio 1970-luvulle liikennealueittain.

Taulukko 55. Nykyiset ja 1970-luvun kappale- ja yksikkötavara-alukset Suomen liikenteessä liikennealueittain

Liikennealue	Nykyiset alukset	Alukset vuoteen 1980 mennessä <sup>1)</sup>
Itämeren liikenne	a. Konventionaaliset pykälälaivat (lo-lo) - kantavuus 1.500-2.000 dwt - nopeus 10-13 s	a. Suurluukkuiset lo-lo alukset (myös kont/lo-lo) <sup>2)</sup> - kantavuus 1.800-2.400 dwt - nopeus 13-15 s
	b. Lastilautat - kantavuus 3.500-5.000 dwt - nopeus 16-18 s	b. Lastilautat (ro-ro) - kantavuus 3.500-6.000 dwt - nopeus 19-20 s
Pohjanmeren liikenne	Konventionaaliset lo-lo alukset - kantavuus 2.500-3.500 dwt - nopeus 14.-16 s	a. Suurluukkuiset lo-lo alukset - kantavuus 4.000 dwt - nopeus 17-18 s
		b. Lastilautat kont/ro-ro <sup>3)</sup> - kantavuus 3.500-6.000 dwt - nopeus 19-20 s
Välimeren liikenne	Konventionaaliset lo-lo alukset - kantavuus 7.000 dwt - nopeus 16 s	a. Suurluukkuiset lo-lo alukset, omat nosturit - kantavuus 8.000 dwt - nopeus 20 s
Amerikan ja Kauko-Idän liikenne	Konventionaaliset lo-lo alukset - kantavuus 10.000 dwt - nopeus 17 s	a. Kont/lo-lo ja lo-lo/ro-ro alukset - kantavuus 12.000-15.000 dwt - nopeus 20 s

Suomen kauppalaivastolle ominainen piirre on alusten jäävahvisteisuus. Merenkulkuhallituksen määräyksen mukaisesti jääluokkiin kuului vuoden 1969 lopussa 256 alusta eli yli 60 % kokonaisluvusta. Niiden bruttovetomäärä oli 98 % koko kuivalasti- ja säiliöalustonnistosta.

Jääluokkamääräykset muuttuivat 1.5.1971. Jäävahvisteista aluksista putoaa osa alempaan jääluokkaan joulukuussa 1973. Uusien säännösten jääluokat ovat:

1) Raaka-aineiden ym. bulk-tavaran kuljetuksissa, jotka eivät välttämättä edellytä kautta vuoden jatkuvaa liikennettä, saattavat myös LASH tai Float on - float off alukset tms. ja meriproomit tulla 1970-luvulla kysymykseen Itämeren ja Pohjanmeren liikenteessä

2) Arviolta puolet yksikkötavaraliikenteestä hoidetaan lastilautoilla ja muu osa konventionaalisilla, mutta suurluukkuisilla aluksilla, mahdollisesti kuitenkin osa meriproomuilla tms.

3) Valtameriliikenteen syöttöliikennettä (konteineriliikenne)



Jääluokka	Jääolot	
I A super	Erittäin vaikeat	} Jäävah- vistettuja aluksia
I A	Vaikeat	
I B	Keskivaikeat	
I C	Helpot	
II		
III	Avovesi	

Yhteenvetona kappale- ja yksikkötavaraa kuljettavien alusten kehityksestä 1970-luvulla voidaan esittää:

- Ulkomaankauppa pyrkii integroituun kuljetusketjuun. Tämä yhdessä tavaravalikoiman monipuolistumisen kanssa aiheuttaa alusten erikoistumisen määrättyihin tehtäviin.
- Taloudellisuuden vaatimus aiheuttaa konekäsittelyyn soveltuvien käsittely-yksiköiden ja suurten aluskokojen tarpeen.
- Toimitusten täsmällisyys- ja varmuusvaatimukset (jalostettujen tavaroiden varmuusvarastojen minimoimiseksi) aiheuttavat terminaaliliikenteen luontoisen toiminnan yleistymistä.
- Toimitusten nopeusvaatimus lisää alusten palvelunopeutta. Erikoisalusten nopeudet tulevat lähemmään 35 solmua (nykyiset maksiminopeudet ovat 33 solmua).
- Lo - lo alukset säilyvät pitkillä matkoilla. Ne kehittyvät siten, että ne voivat kuljettaa kaikenmuotoisia suuryksiköitä, myös konteineereita.
- Ro - ro alukset tulevat yleistymään erityisesti lyhemmillä linjoilla ja valtamerialusten syöttöliikenteessä. Suuret ro - ro alukset liikennöivät myös valtamerillä.
- Meriproomit tulevat kilpailemaan voimakkaasti sisämeri- ja Euroopan rannikkoliikenteessä.
- LASH-alusten käyttö lisääntyy valtameriliikenteessä erityisesti niiden maiden välillä, joissa on kehittynyt sisävesitieverkko. LASH-alusten muunnokset tullevat lyhyemmille kuljetusetäisyyksille.

#### 4.2.5

##### Jäänmurtajatoiminta

Normaaleina ja ankarina talvina Suomen koko meriliikenne on riippuvainen jäänmurtajatoiminnasta. Sen ensisijaisena tavoitteena on viime vuosina ollut eteläisten satamien aukipitäminen läpi vuoden. Tämä on merkinnyt sitä, että Pohjois-Suomen merikuljetuksia on avustettu silloin, kun jäänmurtajia ei ole tarvittu etelässä.



Suomen jäänmurtajalaivastoon kuului vuoden 1970 lopussa 8 alusta, yhteiseltä koneteholtaan 73.500 akselihevosvoimaa (ahv). Lisäksi Suomella on ollut käytävissä syksystä 1966 lähtien Saksan Liittotasaval-  
lan 7.500 ahv:n jäänmurtaja Hanse. Hansen hankinta-  
kustannukset suoritti Liittotasavalta, ja käyttökus-  
tannuksista vastaa Suomi. Sopimus on voimassa vuo-  
teen 1972 ja senjälkeen se on sanottavissa irti 1  
vuoden irtisanomisajalla.

Ankarien talvien varalta Pohjoismaat ovat pyrkineet yhteistyöhön jäänmurtajatoiminnassa. Vuonna 1961 teh-  
tiin sopimus Ruotsin, Norjan, Tanskan ja Suomen kes-  
ken, jossa Ruotsin ja Suomen osalta sovittiin yhtei-  
sestä toiminnasta Perämerellä, Ahvenenmerellä ja poh-  
joisella Itämerellä. Sopimus koskee varsinaisen avustus-  
toiminnan lisäksi jäätiedustelua, ilmoitusjärjestelmiä,  
liikennerajoitusperusteita, alusten avustusjärjestely-  
jä jne. Vuonna 1971 sovittiin Ruotsin kanssa alusten  
yhtenäisten jääluokkamääräysten käyttöönotosta.

Normaaleina ja ankarina talvina pohjoiset satamat on suljettu muutamiksi kuukausiksi. Leutoina talvina poh-  
joisten satamien osalle on tullut yli kaksi kolmasosaa  
jäänmurtaajien käyttötuntimäärästä (esim. 1960-1961  
93 %). Ankarina talvina niiden osuus sensijaan on jää-  
nyt noin 10 prosenttiin, koska jäänmurtaajia on käytet-  
ty silloin runsaasti eteläisillä merialueilla. (Kukkonen - Tikkanen 1970, s. 49).

Ankarimpina talvina on esiintynyt jäänmurtaajakapasi-  
teetin puutetta. Avustukset on tällöin jouduttu suo-  
rittamaan tärkeysjärjestyksessä. Etusijan ovat saa-  
neet puunjalostusteollisuuden vientikuljetukset, öljy-  
yntuonti ja kiireellisen avun tarvitsijat.

Ankarina talvina joudutaan liikennettä avustettaessa käyttämään saaristoreittejä, jolloin eri satamien lii-  
kenne yhtyy määrättyissä pisteissä ja jatkaa siitä yh-  
tenäisenä saattueena avomerelle. Jäänmurtaajat avusta-  
vat saattuetta joko koko matkan tai tietyissä vaikeis-  
sa kohdissa. Kokoontumispaikan ja sataman välinen liikenne tapahtuu joko yksitellen tai pienissä ryhmissä, tilanteesta riippuen.

Jääoloiltaan leutoina talvina sekä alku- ja lopputalves-  
ta alusten avustus tapahtuu yleensä satamasta suoraan avomerelle. Sama jäänmurtaaja huolehtii usein lähekkäin sijaitsevien satamien liikenteestä.

Varsinkin Perämerellä on aluksia jouduttu avustamaan usein yksittäin siitä syystä, etteivät jäänmurtaajat ole voineet vaikeahkoissa oloissa ottaa avustettavaksi yhtä tai kahta alusta enempää, koska turvallinen lii-  
kenne edellyttää mahdollisimman lyhytaikaista viipymistä merijäissä ja jatkuvaa kulkua eteenpäin. Pysähtynyt kauppa-alus on aina vaarassa joutua jäiden puristukseen.



Toisaalta pohjoisiin satamiin on jouduttu avustamaan aluksia yksittäin suhteellisen vähäisen liikenteen takia enemmän kuin Suomenlahden satamiin, jonne on voitu avustaa saattueita. Myöskin Perämeren satamiin on jouduttu avustamaan keskimääräistä enemmän tyhjiä aluksia, koska liikenne on etupäässä vientikuljetusta.

Normaalina talvina on Pohjois-Suomen talviliikenne kehittynyt pääpiirtein seuraavasti:

- Pohjoisimpien satamien, Kemin ja Oulun avustus alkaa keskimäärin joulukuun alussa.
- Joulukuussa vahvemmat alukset pääsevät yksinään 60-70 mpk:n päähän Kemistä. Heikommat alukset tarvitsevat lisäjäänmurtaja-apua varsinkin Merenkurkun tienoilla. Liikenne tapahtuu usean aluksen saattueissa.
- Tammikuun kolmen ensimmäisen viikon aikana avustetaan alukset Kemistä Merenkurkuun saattueissa. Vahvat alukset selviävät tästä eteenpäin omin voimin, heikommät (tällöin on luonnollisesti asetettu tiettyjä liikennerajoituksia) tarvitsevat apua ajoittain Utöhön asti.
- Tammikuun viimeisellä viikolla vaikeutuu tilanne niin, että kerrallaan avustetaan 1-2 alusta Merenkurkun pohjoispuolella ja Merenkurkun eteläpuolella liikenne (mikäli sitä on tarpeeksi) tapahtuu 5-7 aluksen saattueina. Pohjoisimmat satamat ovat tavallisesti sulkeutuneet helmikuun alkuun mennessä, Pietarsaari ja Kokkola paria viikkoa myöhemmin.
- Maaliskuun ensimmäisen viikon jälkeen tilanne alkaa helpottua. Huhtikuun alussa päästään Pietarsaareen ja Kokkolaan. Ensin avustetaan 1-2 alusta, vähitellen yhä suurempia saattueita, ja huhtikuun loppupuolella avataan väylä Kemiin ja Ouluun.
- Toukokuun puolenvälin jälkeen liikenne pääsee sujumaan normaalisti. Tällöin jäänmurtaajat ainoastaan varmistavat liikenteen kulun.

Keväällä tuuli ja jäämassojen liikkeet haittaavat liikennettä. Liikenne joudutaan ohjaamaan usein pitkin Ruotsin rannikkoa. Sopivien reittien löytämiseksi käytetään tällöin helikopteritiedustelua.

Talvi 1970-1971 muodosti edellä kuvatusta normaalitalvesta poikkeuksen. Huomimatta siitä, että kyseinen talvi on luokiteltu jääsuhteiltaan normaaliksi, olivat Pohjois-Suomen satamat auki koko talven. Sydäntalven aikana aluksia avustettiin Kemiin ja Ouluun yksi kerrallaan. Liikenteen rajoituksena oli avustettavan aluksen

lastimäärä, jonka tuli olla joko täysi lasti tai vähintään 3.000 t. Tämä rajoitus miltei lopetti liikenteen, koska samanaikaisesti sattunut suhdannetaantumaa vähensi laivauksia, ja mm. Rautaruukin liikenne oli lisäksi metallialan lakon takia pysähdyksissä.

Tulevina talvina ovat pohjoiset satamat merenkulkuhallituksen käsityksen mukaan pidettävissä auki, jos Itämeren avovesialue ulottuu lähelle Utötä. Sen sijaan ankarina talvina ei Perämeren auki pitäminen ole mahdollista nykyisellä, eikä tällä hetkellä hankittavaksi suunnitellulla jäänmurtajakapasiteetilla.

Merenkulkuhallituksen käsityksen mukaan on jäänmurtajalaivastoamme vähintään lisättävä 1970-luvun ensimmäisellä puoliskolla kahdella ja jälkimmäisellä puoliskolla kahdella yksiköllä. Näistä on jo tilattu kaksi 20.000 ahv:n yksikköä, jotka valmistuvat v. 1975 ja 1976. Nykyisen hankintaohjelman mukaan tulee v. 1980 jäänmurtajalaivaston kokonaisteho olemaan 138.500 ahv (otettu huomioon Sisun ja Voiman käytöstä poisto 1970-luvulla). Akselihevosvoimamäärä v. 1980 tulee siten olemaan 88 % suurempi kuin v. 1971. Yhden jäänmurtaajan konetehto oli v. 1971 keskimäärin 9.200 ahv, ja v. 1980 se tulee olemaan keskimäärin 13.850 ahv.

Tilatut voimakkaat jäänmurtaajat on suunniteltu avustamaan liikennettä Perämerellä ja tilanteen vaikeutessa ne siirtyvät Utön ja Sköldvikin väylien liikenteen avustamiseen. Turvallisuussyistä säiliöalukset tarvitsevat leveän ja toimintavarman jäänmurtaajan, sillä suuret säiliöalukset eivät ole helposti pysäytettävissä, jos edellä kulkeva jäänmurtaaja juuttuu kiinni.

Merenkulkuhallituksen käsityksen mukaan voi vuodesta 1976 alkaen jäänmurtaaja normaalitalven vaikeimpana aikana avustaa joitakin erittäin epäsuotuisten jääolosuhteiden aiheuttamia tilanteita huomioimatta ainakin kolmea kauppa-alusta samanaikaisesti avustusnopeuden ollessa keskimäärin 10 solmua. Tämä kehitys perustuu uusien jäänmurtaajien käytön ohella v. 1973 voimaan tulevien uusien jäämaksuluokkien vaikutuksesta kauppa-alusten jäissäkulkuominaisuuksiin sekä entistä täsmällisimpien sääennusteiden saamiseen talviliikenteen käyttöön.



## 5. KUSTANNUKSET

### 5.1

#### Kuljetuskustannusten rakenne ja merkitys

Jokaiseen kuljetussuoritukseen sisältyvät periaatteessa seuraavat yhteiskuntataloudelliset kustannuserät:

##### A. Kulkutien käytön kustannukset

- Kuljetuksen suorittamiskustannukset (kuljetuskustannukset); kuljetusvälineestä, matkan pituudesta, matkaan ja odotuksiin käytetystä ajasta ja olosuhteista riippuvat kustannukset.
- Terminaalikustannukset; lastaus-, purkaus-, pakkaus-, välivarastointi- yms. kustannukset.
- Tavarahan vahingoittumis- ja katoamiskustannukset kuljetuksen aikana, tai niitä vastaavat vakuutuskustannukset.
- Korkokustannukset; tavaraan sidotun pääoman korko tavarahan valmistumisen ja käytön välisenä aikana.

##### B. Kulkutien pidon kustannukset

- Rakentamiskustannukset; uudisrakennukset ja perusparannukset.
- Kunnossapitokustannukset; maanteiden, rautateiden ja vesiteiden sekä niihin liittyvien terminaalien uusinta, parantaminen ja hoito.

##### C. Muut kustannukset

- Liikenneyhteyspalvelukustannukset; luotsaus-, jäänmurtaja-, hinaus-, hallinto-, valvontayms. kustannukset.
- Muulle liikenteelle aiheutuvat kustannukset (esim. henkilöliikenteen hidastumisen aikakustannukset tieliikenteessä kuorma-autoliikenteen kasvaessa).
- Onnettomuuskustannukset, tai niitä vastaavat vakuutuskustannukset.

Se osa yhteiskuntataloudellisista kustannuksista, jonka kuljetuspalvelusten ostajat maksavat on liike- eli yritystaloudellista kuljetuskustannusta, ja vain se esim. vaikuttaa muiden (mm. kuljetuksen laadullisten) tekijöiden ohella välittömästi yritysten kuljetusmuodon ja -ketjun valintaan ja sitä kautta joko raaka-ainneiden tuottajan hintoihin tai valmiiden tavaroiden kuluttajan hintoihin tai näihin molempiin. Yhteiskuntataloudellisen ja yritystaloudellisen kustannuksen ero on yhteiskunnan nettomenoa tai -tuloa.

Kuljetuskustannusten osuus tavaroiden hinnoista riippuu yritystaloudellisten kuljetuskustannusten tason, kuljetusmuodon ja kuljetusmatkan pituuden lisäksi mm. tavararavon ja painon suhteesta. Muutamissa tavararyhmissä on kuljetuskustannusten osuuden arvioitu olleen esim. Ruotsissa 1960-luvun alkupuoliskolla (Nordiska rådet 1969, s. 8) tuotannonaloittain keskimäärin:

-	Tekstiili- ja elintarviketeollisuus	5 %
-	Saha-, selluloosa- ja terästeollisuus	10-25 %
-	Kaivannais- ja kiviteollisuus	30 %

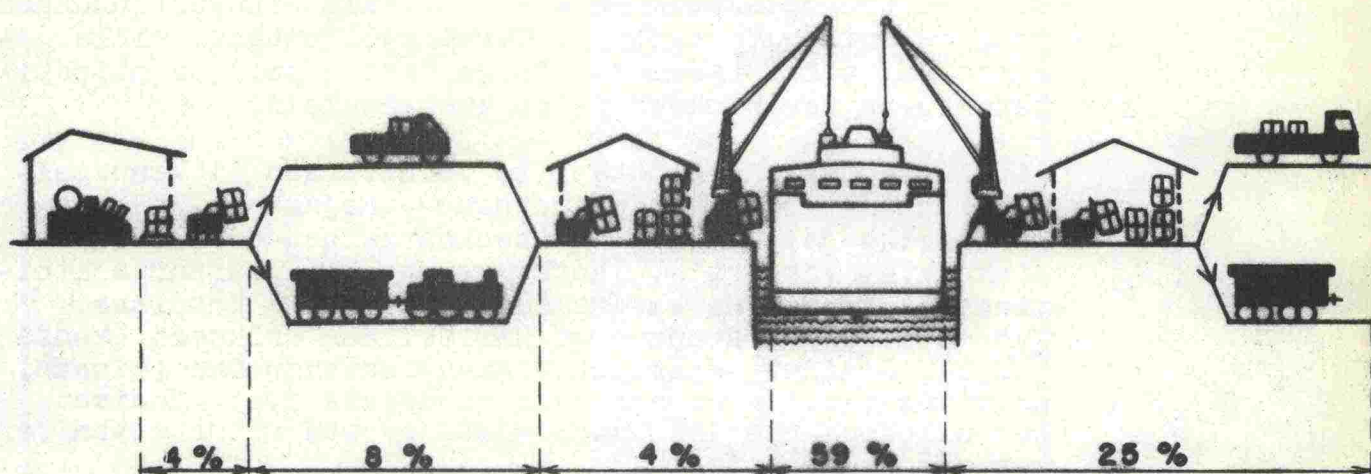
Tyypillistä vientiteollisuutta Suomessa edustaa puunjalostusteollisuus, jonka tuotteiden hinnat määräytyvät maailmanmarkkinahintojen perusteella. Kuljetuskustannusten osuus on suhteellisen suuri, ja kuljetuskustannukset ja niiden muutokset vaikuttavat välittömästi ja tuntuvasti kyseisen alan kilpailumahdollisuuksiin. Esimerkkinä tästä voidaan mainita puumassa- ja paperiteollisuuden vientituotteiden (5-6 milj.t vuosittain) yritystaloudelliset kuljetus- ja terminaalikustannukset. Niiden osuus tuotteiden hinnasta ostajan varastossa oli v. 1968 keskimäärin (Pöyry 1970, s. 3 ja 12):

	mk/tuote- tonni	% ostajan hinnasta
- Puuraaka-aineen kuljetus tehtaille	39	6,1
- Tuotteiden vientikuljetus tehtailta ulkomaisen osta- jan varastoon	120	18,5
Yhteensä	159	24,6

Vientikuljetuskustannukset (120 mk/t) jakaantuivat piirroksen (kuva 50) osoittamalla tavalla. Merikuljetuksiin (keskim. kuljetusmatka 5.000 km) luetusta osuudesta on kuitenkin tietty osa syntynyt satamassa aluksen odotusaikakustannuksena, joten vientisataman kustannusosuus on itseasiassa piirroksen osoittamaan määrään (4 %) verrattuna todennäköisesti yli kaksinkertainen.

Pohjois-Suomen viennissä kuljetuskustannusten osuus on selvästi suurempi kuin koko maan viennissä keskimäärin, ja sahateollisuuden viennissä suurempi kuin puumassa- ja paperiteollisuuden viennissä. Esim. Perämeren alueen sahatavaran kuljetuskustannukset ovat 35 % tavararavon hinnasta ostajan varastossa (Melamies 1971, s. 26).





KUVA 50.

## MERIKAUPAN KULJETUSKETJU JA VAIHEIDEN KUSTANNUSOSUUDET (puunjalosteiden vienti)

Seuraavassa tarkastellaan yhteiskuntataloudellisten kustannusten muodostumista meriliikenteessä, maaliikenteessä ja terminaalitoiminnoissa sekä niitä yksikkökustannuksia, joita toimikunnan asettama kustannustarkistusryhmä on ehdottanut käytettäväksi (perusteiden ja yksityiskoh-  
tien osalta viitataan liitteessä olevaan kustannustarkis-  
tusryhmän raporttiin ja lähteinä olleisiin erilliselvi-  
tyksiin). Kustannukset käsitellään liikennemuodoittain,  
paitsi terminaalikustannukset käsitellään keskitetysti  
(kohta 5.4).

### 5.2 Meriliikenne

#### 5.2.1 Aluskustannukset

Kuljetuksen suorittamiskustannukset alusliikenteessä yhdellä kierroksella (edestakaisella matkalla) muodostuvat seuraavasti:

$$K = a \times t_a + s \times t_s + j$$

$K$  = kustannus (mk/kierros)

$a$  = aluskustannus ajossa (mk/vrk)

$s$  = aluskustannus satamassa (mk/vrk)

$t_a$  = lähtö- ja määräsataman välinen edestakainen  
kulkeaika (vrk)

$t_s$  = viipymisaika lähtö- ja määräsatamassa (vrk)

$j$  = jäävauriokustannus (mk)

Satamassaviipymisajan kustannus ( $s \times t_s$ ) voidaan tulkita myös terminaalikustannukseksi, mutta tässä yhteydessä sitä on tarkoituksenmukaista käsitellä aluskustannuksena, jota se toisaalta myös on. Terminaalikustannuksilla ymmärretään tässä terminaalien (satamien ym.) ja niissä tapahtuvan tavarankäsittelyn kustannuksia.

Alusliikenteen harjoittajilta veloitetaan liikennepalvelukustannuksia, kuten luotsaus-, majakka-, jää- ja kanavamaksuja. Ne eivät kuitenkaan aiheudu välittömästi aluksesta, vaan esim. luotsauksesta tai jäänmurtajatoiminnasta, joten ne käsitellään kyseisissä kohdissa. Myös jäävauriokustannukset käsitellään erikseen (kohta 5.2.2). Eräiden satamakohtaisten kustannusten (hinaus, selvitys yms.) erot eri vaihtoehtoissa ovat vähäiset tai niitä ei ole lainkaan, mistä syystä ne jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

Aluskustannusten (a ja s) pääryhmiä ovat (Lehvonen 1970):

- 1) Pääomakustannukset (poisto, korko ja aluksen vakuutuskustannus)
- 2) Miehistökustannukset
- 3) Poltto- ja voiteluainekustannukset
- 4) Korjaus- ja kunnossapitokustannukset
- 5) Varustamolisä

Pääomakustannusten suuruus riippuu alusten hankintahinnasta, pitoajasta, jäännösarvosta ja käytetystä laskentakorosta. Alusten hinnat nousivat 1960-luvun jälkipuoliskolla jyrkästi. Tässä selvityksessä kuivalastialusten hankintahinta vastaa suhteellisen hyvin varustetun, v. 1970 hankitun tyypiltään konventionaalisen aluksen keskimääräistä hintaa. Siten jäävät tarkastelun ulkopuolelle mm. lastilautat, jäätä murtavat lastialukset ja uudet merikuljetusmenetelmät (esim. meriproomit, Lash- ja Float on-alukset).

Laskelmissa on alusten taloudelliseksi pitoajaksi otettu 20 vuotta, kun aluksen jäännösarvoksi on oletettu nolla.

Näin lasketut pääomakustannukset ovat suunnilleen yhtä<sup>1)</sup> suuret, kuin jos taloudellinen pitoaika olisi 15 vuotta ja jäännösarvo 15 vuoden kuluttua olisi otettu huomioon. Laskentakorkokantana on käytetty 6 %<sup>2)</sup>. Aluksen vuotuisesti vakuutuskustannukseksi on laskettu 1,5 % aluksen hankintahinnasta.

<sup>1)</sup> Suomalaisten kuivalastialusten todellinen pitoaika vuoden 1969 aluskannan keski-ikä perusteella oli 47 v. alusluvun mukaan (keski-ikä 23,8 v.) ja 20 v. vetoisuuden mukaan (keski-ikä 9,8 v.).

<sup>2)</sup> Yritystaloudellinen laskentakorko on 8 %.



Miehistökustannuksiin on luettu alusten henkilökunnan palkat, muonituskustannukset sekä sosiaaliturva- ja eläkekustannukset. Vuotuiseksi keskimääräiseksi korjaus- ja kunnossapitokustannukseksi on arvioitu 3 % aluksen hankintahinnasta. Miehistötarpeen on oletettu vähenevän keskimäärin 1,4 %/v. (Liberty-luokan alusten todetun kehityksen perusteella/Pertovaara 1971).

Alusten toiminta-ajaksi on arvioitu keskimäärin 360 vrk/vuosi (telakointiaika keskimäärin 4-5 vrk/alus vuodessa, ilman jäävaurioiden korjaamisesta aiheutuvaa telakointiaikaa, joka huomioidaan erikseen jäävauriokustannuksena).

Käytetyin laskentaperustein ovat tyyppialuksiksi valittujen yksikkötavara-alusten yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset (ilman varustamolisää) v. 1970 ja v. 1980, matkanopeudet ja alusten lastinottokyky taulukon (taul. 56) mukaiset.

Taulukko 56. Yksikkötavara-alukset ja niiden yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset v. 1970 ja v. 1980

Kantavuus dwt	Nopeus s	Lastinottoykyky, t		Kustannus, mk/vrk	
		selluloosa	paperi	ajossa	satamassa
v. 1970					
1.800	12	1.550	1.050	3.000	2.000
3.500	14	3.100	2.300	6.000	4.500
7.000	16	6.100	4.600	9.900	8.100
10.000	16	8.450	5.800	12.100	9.700
v. 1980					
2.400	14	2.100	1.450	4.900	3.100
4.000	16	3.500	2.650	7.900	5.600
8.000	18	7.000	5.050	12.200	9.400
13.000	18	10.500	6.450	15.700	11.700

Aluskoot v. 1970 ja niiden kehitys vuoteen 1980 koskevat suomalaisia tyyppialuksia eri reiteillä: kantavuudeltaan pienin eli 1.800 dwt:n alus v. 1970 tarkoittaa Itämeren liikenteen tyyppialusta, jonka koko v. 1980 on 2.400 dwt. Toinen aluskoko v. 1970 tarkoittaa Pohjanmeren, kolmas Välimeren ja neljäs valtameriliikenteen tyyppialusta, joiden koot v. 1980 ovat taulukon em. järjestyksessä osoittamat.

Joukkotavara-alusten kantavuuden ja nopeuden ei oleteta muuttuvan vuoteen 1980 mennessä. Tyyppialukset ja niiden kustannukset sekä lastinottokyky ovat (taul. 57).



Taulukko 57. Joukkotavara-alukset ja niiden yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset v. 1970 ja v. 1980

Kantavuus dwt	Nopeus s	Lastin- otto- kyky, t	Kustannus, mk/vrk			
			ajossa	satamassa	ajossa	satamassa
			1970		1980	
3.000	13	2.700	6.000	4.000	6.300	4.200
6.000	14	5.500	8.500	6.600	9.000	7.000
10.000	15	9.000	11.000	9.300	12.000	9.800

Alusten täyttöasteena, ts. lastin ja lastinottokyvyn suhteena edestakaisella matkalla liikennettä keskitävissä vaihtoehdoissa vuosina 1970 ja 1980 käytetään 4.000 dwt:n ja sitä pienemmillä yksikkötavara-aluksilla ja kaikilla joukkotavara-aluksilla 50 % (täysi lasti toiseen suuntaan ja paluu painolastissa) sekä muilla yksikkötavara-aluksilla 40 %. Mainitut keskitetyn liikenteen täyttöasteet ovat 20 % suurempia kuin nykyisenlaisessa hajautetussa liikenteessä.

Taulukoiden osoittamista lisäkustannuksista saadaan keskimääräiskustannukset lisäämällä niihin 6 % yhteiskuntataloudellisina yhteiskustannuksina (varustamolisä ilman liikevoittoa). Sekä lisä- että keskimääräiskustannukset käsitellään kokonaisuudessaan muuttuvina kustannuksina.

### 5.2.2

#### Alusten jäävauriokustannukset

Jäävaurioista aiheutuvia kustannuksia ovat korjauskustannukset ja aluksen telakointiaikakustannus, joka syntyy aluksen ollessa jäävaurioiden takia poissa liikenteestä.

Jäävaurioita esiintyy yleisimmin alusten rungossa, usein keulaosissa, minkä lisäksi jäät saattavat vaurioittaa peräsintä ja potkuria. Jäävauriokustannuksista eri jääoloissa on saatavissa niukasti tietoja, koska jäävaurioita ei toistaiseksi ole tilastoitu järjestelmällisesti esimerkiksi ajan, paikan, aluskoon tai aluksen jääluokan mukaan. Luotettavia tietoja em. tekijöiden ja jäävaurioiden välisistä riippuvuussuhteista ei ole ollut käytettävissä. Saatavana olevat tiedot koskevat yleensä vain varsinaisia korjauskustannuksia (telakkalaskuja), joihin saattaa sisältyä myös muita korjauksia. Vaurion tapahtuma-aika ja -paikka jää joskus epävarmaksi, joten esim. Pohjois-Suomen liikenteessä syntyviä vaurioita ei aina varmuudella saada erilleen muista.

Jäävauriokustannusten määrittämisen lähtökohtana käytetään tutkimuksessa Jäänmurtaajat ja talviliikenne (Kukkonen ja Tikkanen 1970, s. 80) esitettyjä kustannuslu-



kuja, joihin sisältyvät myös telakointiaikakustannukset. Luvut perustuvat laivanvarustajilta saatuihin tietoihin. Käsillä olevassa selvityksessä oletetaan jäävauriokustannusten kasvavan suoraviivaisesti aluksen jäissäkulumatkan kasvaessa: sillä hetkellä kun jäänmurtaaja-avustus syksyllä alkaa Kemi/Ouluun, on jäävauriokustannus = 0 mk/lastitonni. Kun avustus ulottuu Kemi/Oulusta Merenkurkun tasolle, on kustannus = 5 mk/t. Mainittu olettamuksin voidaan kustannusluku määrittää minä hetkenä hyvänsä. Periaatteessa samalla tavalla menetellään avustusmatkan kevättalvella lyhentyessä.

Muihin satamiin kuin Kemi/Ouluun suuntautuvan liikenteen jäävauriokustannukset lasketaan olettaen, että kustannuksia alkaa syntyä siitä hetkestä lähtien, kun avustus kyseiseen satamaan alkaa, ja kustannukset kasvavat samassa tahdissa kuin Kemi/Oulun liikenteessä. Saadut tulokset sisältävät keskimääräislukuja kahden viikon ja yhden kuukauden pituisilta ajanjaksoilta (taul. 58).

Taulukko 58. Alusten jäävauriokustannukset

Talven luonne ja satama	Ajankohta						
	1.12. - 31.12.	1.1. - 15.1.	16.1. - 15.2.	16.2. - 15.3.	16.3. - 15.4.	16.4. - 30.4.	1.5. - 31.5.
	mk/t						
<b>Kova talvi</b>							
Kemi, Oulu	3	7	11	15	14	10	4
Kokkola, Pietarsaari	1	5	8	13	13	9	3
Vaasa	0	5	8	11	11	6	1
Kaskinen	0	2	6	10	9	3	0
<b>Normaali talvi</b>							
Kemi, Oulu	2	5	7	10	8	5	1
Kokkola, Pietarsaari	0	2	4	8	7	4	0
Vaasa	0	2	4	6	5	1	0
Kaskinen	0	0	2	5	2	0	0
<b>Leuto talvi</b>							
Kemi, Oulu	1	3	5	5	5	2	0
Kokkola, Pietarsaari	0	1	3	3	3	1	0
Vaasa	0	1	1	1	1	0	0
Kaskinen	0	0	0	0	0	0	0

Jäävaurioita syntyy myös Etelä-Suomen satamien liikenteessä. Keskimääräisiksi jäävauriokustannuksiksi normaalitalven talvikautena (16.1.-15.4.) saadaan edellä esitettyä laskentamentelmää käyttäen: Pori 2 mk/t, Kotka 4 mk/t ja Hanko 1 mk/t (2 kk).

Käytetyn laskentamentelmän käyttökelpoisuus on pyritty karkeasti testaamaan vertaamalla taulukon kustannusluvuilla laskettuja teoreettisia jäävauriokustannuksia vakuutusyhtiöiden maksamiin jäävauriokorvauksiin. Viimemainittuihin tosin sisältyy vain kotimaisten varustamoiden alusten korjauskustannus. Pohjois-Suomen liikenteen jäävauriokustannuksiksi talvelta 1965-1966 on saatu 2,3 milj. mk, joka on noin 50 % suomalaisten vakuutuslaitosten maksamien jäävauriokorvausten määrästä.



Jäävauriomallin testasi lisäksi kustannustarkistusryhmä talvien 1969 ja 1970 osalta. Ryhmä totesi, että mallin antamat kustannukset vastasivat toteutuneita ja että mallin antamiin jäävauriokustannuksiin voidaan sisällyttää telakointiodotusaikakustannukset.

Talvella 1965-1966 avustettiin Kemi, Oulun, Kokkolan, Pietarsaaren, Vaasan ja Kakisten satamiin yhteensä 617.000 tonnia tavaraa, joten kustannukset olivat keskimäärin 3,70 mk/t. Kyseinen talvi oli erittäin kova, ja jäävaurioita syntyi runsaasti. Jos talvi on helpompi, avustetaan Pohjois-Suomen liikennettä vastaavasti pitempään, joten jäävaurioiden yksikkökustannukset eivät muodostune oleellisesti pienemmiksi.

Merenkulkuhallituksen edustajan mielestä laskelmissa käytetyt jäävauriokustannukset ovat liian korkeat, koska esim. v. 1980 jäävauriokustannukset ovat eri vaihtoehtoisissa aluskustannuksista 3-6 % ja jäänmurtaajakustannuksista 35-60 % ja etenkin, kun laivanvarustajat ja merivakuutusyhtiöt eivät ole kyenneet näyttämään toteen, kuinka em. jäävauriokustannus 5 mk/t on saatu.

Ennakoitaessa jäävauriokustannusten kehitystä vuoteen 1980 voidaan olettaa, että liikenteen mahdollinen keskittäminen ja alusten jäälukon kohoaminen pienentäisivät jäävauriokustannuksia. Toisaalta alusten käyttö pitempään Perämerellä talvimerenkulussa kompensoisi jäävaurioiden vähentymissuuntausta. Koska Pohjanlahden talvimerenkululle v. 1980 asetettavat vaatimukset vielä tällä hetkellä ovat tärkeiltä osin tuntemattomia, on tutkimuksessa päädytty käyttämään samoja jäävauriokustannuksia sekä v. 1970 että v. 1980, joskin kustannuksia korotetaan 2,5 % (alusten vuorokausikustannusten kasvun vaikutus telakointiajalta).

On syytä todeta, että alusten rakentaminen jäävahvistetuksi aiheuttaa lisäkustannuksia, koska hankintahinta kasvaa ja lastinottokyky vähenee. Esimerkiksi 5.000-10.000 dwt:n kuivalastialuksen pääomakustannukset jäälukassa I A ovat 4 % korkeammat ja laskinottokyky 2,4 % pienempi kuin vahvistamattomalla aluksella. Näitä kustannuseriä ei ole otettu huomioon, sillä ne peittyvät alusten pääomakustannusarvioiden virherajoihin.

### 5.2.3 Luotsauskustannukset

Liikenteen määrästä riippuvia luotsauskustannuksia ovat luotsien palkkakustannukset ja luotsialusten käyttökustannukset. Näistä palkkakustannukset ovat merkityksellisempiä. Ne on selvitetty rannikon luotsipiirien luotsaustoiminnasta merenkululaitokselle aiheutuneiden menojen ja tulojen sekä voimassa olevan luotsaustariffin avulla. Luotsaustariffeja on korotettu kertomalla ne luotsausmenojen ja luotsaustulojen suhdeluvulla. Lähteenä ovat olleet merenkululaitoksen vuoden 1970 vuosikertomuksen tilinpäätöstiedot.

Luotsauskustannuksiksi v. 1970 on arvioitu 18,9 milj. mk. Luotsaustulot samana vuonna olivat 4,6 milj. mk. Luotsaustulot kattoivat siten 24 % kustannuksista. Kun



nyt tunnetaan luotsaustariffit, joiksi on ilmoitettu maksut luotsausmatkojen ja aluskokojen mukaan sekä luotsausmatkat satamiin, saadaan muutamien aluskokojen luotsauskustannukseksi (taul. 59).

Taulukko 59 Eri kokoisten alusten luotsauskustannuksia yhteen suuntaan v. 1970 avovesikaudella

Satama	Aluksen kantavuus, dwt			
	2.150	3.500	6.100	9.700
	mk/alus			
Kemi	700	900	1.200	1.500
Oulu	1.200	1.600	2.200	2.700
Raahе	400	500	700	900
Kokkola	500	700	1.000	1.200
Pietarsaari	400	600	800	1.000
Vaasa	1.100	1.400	1.900	2.300
Kaskinen	400	600	800	1.000
Pori	400	500	600	800
Kotka	800	1.100	1.500	1.800

Jakamalla kustannusluvut aluksissa kuljetetulla tavaramäärällä saadaan luotsauksesta aiheutuneet kustannukset mk/tavaratonni. Luotsauskustannukset v. 1980 saadaan kertomalla vuoden 1970 arvot 1,48:lla (kasvu 4 %/v).

Taulukon luvuissa ovat mukana itseasiassa myös kiinteät palkkakustannukset, jotka jäisivät pois vain jos kyseinen väylä lakkautettaisiin. Kustannuksia voidaan kuitenkin pääosaltaan pitää muuttuvina kustannuksina. 1970-luvulla luotsauspakkoa koskevat määräykset lieventyvät, mikä vähentää luotsaustoiminnan lisäkustannuksia nykyisestä.

#### 5.2.4 Jäänmurtajakustannukset

Talvikautena 1970-1971 oli merenkulkuhallituksella 8 jäänmurtajaa, yhteiseltä koneteholtaan 73.500 akselihevosvoimaa (ahv). Lisäksi oli tilattu 2 aikaisempia tehokkaampaa murtajaa (taul. 60). Ne mukaan lukien jäänmurtajakaluston konetehto ylittää 100.000 ahv v. 1976, vaikka Sisu poistetaan merenkulkuhallituksen käytöstä v. 1975. Luettelosta puuttuu v. 1966 lähtien Suomessa käytössä ollut Saksan Liittotasavallan omistama jäänmurtaja Hanse, koneteholtaan 7.500 ahv.

Tiedot jäänmurtaajien kustannuksista vuosina 1960-1967 on saatu pääasiassa julkaisusta Jäänmurtaajat ja talviliikenne (Kukkonen ja Tikkanen 1970). Lisäksi on selvitetty kustannukset vuosilta 1968-1970 merenkulkuhallituksen vuosikertomusten perusteella. Niissä esitetyt kustannuserät ovat tilinpidosta, ja eri vuosien kustannukset on muutettu vuoden 1970 hintatasoon sopivia hintaindeksejä käyttäen. Kustannusten pääryhmät ovat pääomakustannukset ja käyttökustannukset. Käyttökustannukset on määritetty käytössä olevalle jäänmurtaaja Tarmolle ja arvioitu tämän mukaan myös tilattujen jäänmur-

## tajien kustannukset.

Taulukko 60. Talvella 1970-1971 käytössä olleet ja tilatut jäänmurtaajat

Nimi	Käyttöön- ottovuosi	Hankinta- hint, milj. mk	Kone- teho, ahv	Henkilö- kunta henkilöä	Toimintanopeus solmua	
					Avovedessä	Avustaessa
Sisu (poiste- taan v. 1975)	1939	8,30 <sup>1)</sup>	4.500	43	10-11	Kaikkien jäänmur- tajien avustusnopeus eri jääolosuhteissa: - helppoissa 10 s - muulloin 8 s
Voima	1954	15,09	10.500	56	14	
Karhu	1958	14,73	7.500	51	13-14	
Murtaja	1959	15,54	7.500	51	13-14	
Sampo	1960	15,74	7.500		13-14	
Tarmo	1963	26,56	12.000	56	16	
Varma	1968	35,20 <sup>2)</sup>	12.000	52	16	
Apu	1970	36,10 <sup>2)</sup>	12.000	52		
Tilauksessa	(1975)	68,00 <sup>3)</sup>	(20.000)	(52)	(16)	
Tilauksessa	(1976)	68,00 <sup>3)</sup>	(20.000)	(52)	(16)	
Yhteensä			73.500 (113.500)	412 (516)		

Pääomakustannukset on laskettu tasaisena vuosisummana. Laskentakorkona on käytetty 6 % ja pitoaikana 35 vuotta, kuten tutkimuksessa Jäänmurtaajat ja talviliikenne. Pitoaikana saattaisi teknillisen kehityksen ja uusien vaatimusten takia tulla kysymykseen lyhyempi aika, kuten 30 vuotta. Jos pitoajaksi otettaisiin 35 vuoden asemesta 30 v., kasvaisivat pääomakustannukset noin 5 prosentilla. Tarmo-luokan pääomakustannukset mk/ajotunti eri vuosilta vuoden 1970 hintatasossa ovat:

- 1) Arvioitu jälleenhankintahinta v. 1955
- 2) Hinnat eivät 27.9.1971 olleet lopullisia eli ns. kirjanpidollisia hankintahintoja, vaan molemmat ovat vuoden 1970 tasoa.
- 3) Hinnat ovat vuosien 1975-1976 hankintahintatasoa (Lähde": hallituksen esitys eduskunnalle valtion tulo- ja menoarvioiksi vuodelle 1972, s. 553).



Tarmo-luokan pääoma-  
kustannus mk/ajotunti

1964	1.515
1965	1.587
1966	1.266
1967	1.254
1968	1.527
1969	1.203
1970	1.312
Keskim.	1.380

Vuoden 1970 hankintahintatasossa vastaava 20.000 ahv:n jäänmurtajan pääomakustannus on 1.690 mk/ajotunti.

Käyttökustannuksia ovat miehistökustannukset, poltto- ja voiteluainekustannukset sekä korjaus- ja kunnossapitokustannukset.

Miehistökustannukset on laskettu merenkulkuhallituksen tilitoimistosta saatujen jäänmurtaja Tarmoa koskevien tietojen mukaan siten, että palkkakustannuksiin on lisätty työeläke- ja sosiaaliturvamaksuja 22,5 % sekä ruokakustannuksista ja poltto- ja voiteluainekustannuksista on vähennetty välillisinä veroina 10 %. Miehistökustannukset on muunnettu vuoden 1970 palkka- ja kustannustasoa vastaavaksi käyttäen tilastokeskuksen sarjaa ulkomaan meriliikenteen työntekijöiden keskimääräisestä kuukausitulosta sekä toisaalta valtion virkamiesten (pl. 12-22) palkkaindeksisarjaa, joka kuvaa päällystön palkoissa tapahtuneita muutoksia. Deflatointiin käytetty sarja on saatu laskemalla mainittujen indeksisarjojen keskiarvo, jolloin painoina käytettiin miehistön ja päällystön palkkasummien suhdetta (0,6 ja 0,4). Tilauksessa olevan jäänmurtajan miehistökustannukset otettiin samaksi kuin Tarmolla.

Poltto- ja voiteluainekustannukset on laskettu jäänmurtaja Tarmoa koskevien, merenkulkuhallituksen tilitoimiston antamien tietojen mukaan. Deflatointiin käytettiin Ekonon sarjaa kevyen neuvostoliittolaisen polttoöljyn keskimääräisestä tuontihinnasta. Tilattujen 20.000 ahv:n jäänmurtaajien polttoaineen kulutus on n. 2.100 kg/tunti (Ramstedt, merenkulkuhallitus) ja voiteluainekustannukseksi arvioitiin 10 % polttoainekustannuksesta.

Jäänmurtaja Tarmon korjaus- ja kunnossapitokustannukset on niinikään saatu merenkulkuhallituksen tilitoimistosta ja ne deflatoitiin käyttämällä tukkuhintaindeksin alaindeksejä "metallit ja metalliteollisuustavarat" 1935 = 100 ja 1949 = 100 ketjutettuina. Käyttökustannukset vuoden 1970 hintatasossa ovat:

Tarmo-luokan käyttökus-  
tannus mk/ajotunti

1964	978
1965	1.186
1966	949
1967	1.194
1968	1.136
1969	909
1970	<u>979</u>
Keskim.	1.040

Tilattujen 20.000 ahv:n jäänmurtajien käyttökustannukseksi v. 1970 on arvioitu (Aalto, merenkulkuhallitus) 1.170 mk/ajotunti.

Jäänmurtajakustannukset on muunnettu vuoden 1980 tasoon (taul. 61) antamalla miehistökustannusten kasvaa 4 %/v muiden kustannuserien pysyessä muuttumattomina. Miehistön määrä on v. 1980 oletettu samaksi kuin v. 1970.

Taulukko 61. Jäänmurtajakustannukset v. 1970 ja v. 1980

Kustannuserä	1970	1980	
	12.000 ahv	12.000 ahv	arvioitu (20.000)
	mk/ajotunti		
Pääomakustannus			
- Korko	810	810	990
- Poisto	570	570	700
- Yhteensä	1.380	1.380	1.690
Käyttökustannus	1.040	1.280	1.410
Kaikkiaan	2.420	2.660	3.100

Laskelmissa oletetaan, että jäänmurtajan ajotunneista on n. 70 % avustusta. Taulukon kustannusluvut mk/ajotunti voidaan siten muuntaa kustannuksiksi mk/avustustunti kertomalla edelliset arvot luvulla 1,4.

### 5.3 Maaliikenne

#### 5.3.1 Rautatieliikenteen kustannukset

Rautatieliikenteen kuljetuskustannukset on jaettu nettotonnikilometreistä riippuvaan osaan (p/tkm) ja kuljetetuista tavaratorneista riippuvaan osaan (p/t). Ne on laskettu kolmelle tavararyhmälle: A = joukkotavara, B = yksikkötavara ja C = kappaletavara.

Kustannusten ja niiden kehitysarvion lähtökohtana ovat olleet tavaraliikenteen rautatietaloudelliset lisäkustannukset v. 1970. Niistä on laskettu vau-



nukuormaliikenteen ja kokojunaliikenteen yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset vuosille 1970 ja 1980 ja keskimääräiskustannukset on saatu lisäämällä lisäkustannuksiin osuus yhteiskustannuksista.

Vuonna 1970 kokojunaliikenteen osuus oli 18 % ja vau-nukuormaliikenteen osuus 82 %. Liikennettä keskittävis-sä vaihtoehdoissa kaikki kuljetukset oletetaan sekä v. 1970 että v. 1980 suoritettavan kokojunakuljetuksina.

Kokojunien paino vuoden 1970 keskitetyssä liikenteessä on laskelmissa nostettu vuoden 1970 keskimääräisestä 800 tonnista 1.300 tonniksi ja v. 1980 1.570 tonniksi.

Liikenteen keskittämisestä johtuvan tuottavuuden para-nemisen lisäksi työn tuottavuuden on oletettu kasvavan vuosina 1970-1980 keskim. 3,9 %/v.

Yksikkökustannukset on jaettu kiinteään (liikenteen vuosittaisesta huipusta riippuvaan) ja muuttuvaan (ei huipusta riippuvaan) osaan. Muuttuviin kustannuksiin on luettu (tarkistusryhmän raportin liitteen 5, taul. 3 mukaan):

- Henkilökuntajärjestelyt
- Junien ajo- ja suorituspalkkoja
- Liikkuvan kaluston korjauskustannuksia
- Veturien poltto- ja voiteluainekustannukset
- Liikkuvan kaluston kulumisesta johtuvia pääomakustannuksia

Kiinteät kustannukset v. 1970 ovat 78,0 % keskimääräi-sistä tonnikilometrikustannuksista (ja 79,8 % tonni-kustannuksista) sekä 66,7 % lisäkustannusten tonnikilo-metrikustannuksista (ja 86,8 % tonnikustannuksista).

Liikkuvan kaluston pääomakustannukset on laskettu todel-lisen pitoajan mukaan eli vetureille on laskettu pito-ajaksi 25 vuotta ja vaunuille 30 vuotta.

Mainituin olettamuksin lasketut rautatieliikenteen yk-sikkökustannukset ovat (taul. 62).

Kustannusperuste	Vuosi	A		B		C	
		p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
Rautatietaloudelliset keskimääräiskustannukset	1970	4,47	309	3,81	312	4,92	396
Yhteiskuntataloudelliset keskimääräiskustannukset							
- vaunukuorma-liikenne	1970	4,02	275	3,43	279	4,42	355
- kokojunaliikenne	1970	3,26	256	2,78	258	3,36	328
- kokojunaliikenne	1980	2,50	177	2,16	180	2,71	219
Yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset							
- kokojunaliikenne	1970	1,99	222	1,77	230	2,10	285
- kokojunaliikenne	1980	1,63	152	1,44	156	1,81	190
Yhteiskuntataloudellisten keskimääräis- ja lisäkustannusten muuttuva osuus							
- kokojunaliikenne	1970	0,83	56	0,73	58	0,93	72
- kokojunaliikenne	1980	0,63	39	0,55	38	0,69	47

### 5.3.2 Autoliikenteen kustannukset

Kuorma-autoliikenteen kuljetuskustannukset voidaan jakaa seuraaviin osatekijöihin:

#### A. Kuljetuskustannukset

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Poisto            | 6. Sosiaalimenot     |
| 2. Polttoaine        | 7. Säilytys, halli   |
| 3. Renkaat           | 8. Korko             |
| 4. Korjaus ja huolto | 9. Muut kustannukset |
| 5. Palkat            | 10. Verot            |

#### B. Tiekustannukset

1. Rakentaminen
2. Kunnossapito
3. Osuus yleiskustannuksista



C. Muulle liikenteelle liikenteen hidastumisesta aiheutuvat aikakustannukset ja onnettomuuskustannukset.

Ryhmän A kustannukset suoriteyksiköiltä riippuvat kuljetettavasta tavaralajista ja kuljetusvälineestä. Tyypiautona vuoden 1970 kustannuksia laskettaessa on akseli/telipainoltaan 8/13 tonnin kuorma-auto ja vuoden 1980 kustannuksia laskettaessa 10/16 tonnin auto. Viimemainittu perustuu olettamukseen, että vuonna 1980 olisi liikennöiminen useimmilla pääteillä 10/16 tonnin kuorma-autoilla sallittua.

Autokuljetuskustannukset on laskettu kahdelle tavara-ryhmälle, nimittäin joukkotavaralle (öljytuotteet) ja yksikkötavaralle (selluloosa). Laskelmat perustuvat koko maan keskimääräislukuihin kyseisten tavaroiden autokuljetuksessa (mm. Keskimääräinen kuljetusmatka 140 km öljytuotteiden keskikuorma 12,5 t, selluloosan keskikuorma 11,5 t ja tyhjänä ajon osuus 47 %). Tällöin saadaan kuljetuksen suorittamiskustannuksiksi p/tkm (ilman lastaus- ja purkaukustannuksia) v. 1970 ja v. 1980.

Taulukko 63 . Yhteiskuntataloudelliset kuljetuksen suorittamiskustannukset autoliikenteessä

Kustannusryhmä	Joukkotavara		Yksikkötavara	
	1970	1980	1970	1980
	p/tkm			
A. Kuljetuskustannus	5,7	5,3	7,0	6,6
B. Tiekuostannus	4,0	4,0	4,0	4,0
C. Aika- ja onnettomuuskustannus	0,5	0,8	0,5	0,8
Yhteensä	10,2	10,1	11,5	11,4

Todettakoon, että autokuljetus- ja rautatiekuljetuskustannukset eivät ole vertauskelpoisia, eikä rautatie- ja autokuljetuksia tässä selvityksessä tarkastella vaihtoehtoisina kuljetusmuotoina. Niiden rajaksi on otettu 50 km (alle 50 km:n kuljetukset autolla ja pitemmät junalla).

#### 5.4 Terminaalit

##### 5.4.1 Sataman pitäjän kustannukset

Sataman pitäjän kustannuksia ovat:

- Maksetut kustannukset (hallinto-, käyttö- ja kunnossapitokustannukset).
- Laskennalliset kustannukset (satamarakenteiden ja -laitteiden poistot ja korot).
- Muut kustannustekijät (mm. satama-alueiden pääoman korko ja sataman aiheuttamat liikennejärjestelyt).



Aiheuttamisperiaatteen mukaisia on pääosa ensimmäiseen ryhmään sisältyvistä kustannuksista. Niitä kutsutaan seuraavassa sataman pitäjän muuttuviksi kustannuksiksi.

Sataman pitäjän muuttuvat kustannukset sisältyvät kaupunkien tilinpäätöksissä ryhmiin "satamassa suoritettujen korjausten kustannukset ja kunnossapito" ja "sataman muut menot". Näistä edellisen ryhmän sisältämät kustannukset ovat kokonaisuudessaan muuttuvia, ts. aiheuttamisperiaatteen mukaisia kustannuksia. Jälkimmäiseen ryhmään sisältyy hallinto- ja käyttökustannuksia, joista tässä selvityksessä on puolet arvioitu muuttuviksi.

Sataman pitäjän vuotuiset muuttuvat kustannukset (taul. 64) on laskettu satamittain keskiarvoina 5 vuoden ajalta 1965-1969 ja muutettu vuoden 1970 hintatasoon käyttäen kertoimena ns. rakentajan indeksii. Yksikkökustannukset on laskettu jakamalla muuttuvat kustannukset vuoden 1970 kuivalastiliikenteen määrällä ko. satamassa. Raahan kohdalla on kuitenkin käytetty liikennemäärien keskiarvoa vuosilta 1965-1970 siitä syystä, että liikenne on vähentynyt oleellisesti viime vuosina.

Käytetty yksikkökustannusten laskentamenetelmä perustuu siihen karkeaan olettamukseen, että sataman pitäjän kustannukset ovat yhtä suuret jokaista sataman kautta kulkenutta tavaratonnia kohti. Öljyliikenne on jätetty pois siitä syystä, että se aiheuttaa satamalle varsin vähän kustannuksia muuhun liikenteeseen verrattuna.

Taulukko 64. Pohjois-Suomen satamien muuttuvat kustannukset keskimäärin v. 1965-1970

Satama	Korjaus- ja kunnossapitokustannukset satamassa	Puolet tilinpäätöksen menoryhmästä "muut menot"	Muuttuvat kustannukset yhteensä	Yksikkökustannukset
				mk/t
		1.000 mk/v		
Tornio	33	6	39	0,25
Kemi (Ajos)	310	446	756	1,30
Oulu <sup>1)</sup>	492	466	958	1,05
Raahen	83	46	129	1,55
Kokkola	255	205	460	0,50
Pietarsaari	63	121	184	0,40
Vaasa	187	246	433	1,25
Kaskinen	49	24	73	0,50

Vaasan sataman yksikkökustannuksiin vaikuttanee korottavasti lauttaliikenne, joka tavaratonneissa mitattuna on suhteellisen vähäistä, mutta vaatii satamalta runsasta

1) Oulun sataman menoihin eivät sisälly Oulu Oy:n ja Toppila Oy:n satamat, joiden menoista yritykset ovat huolehtineet itse. Näiden satamien liikennemääriä ei myöskään ole otettu mukaan yksikkökustannuslaskelmiin.



varojen käyttöä.

Laskettaessa sataman pitäjän muuttuvia kustannuksia vuodelle 1980 on lähdetty siitä arviosta, että palkkojen osuus yksikkökustannusten muodostumisessa on 50 %. Selvityksen laskentamenettelyllä (palkkojen kasvu 4 %/v) saadaan vuodelle 1980 satamittain seuraavat sataman pitäjän yksikkökustannukset (ilman mahdollisesti tarvittavia laajennusinvestointeja, jotka arvioidaan vaihtoehtoitain erikseen):

	<u>mk/t</u>		<u>mk/t</u>
Tornio	0,3	Kokkola	0,6
Kemi (Ajos)	1,6	Pietarsaari	0,5
Oulu	1,3	Vaasa	1,5
Raahe	1,9	Kaskinen	0,6

#### 5.4.2 Tavarankäsittelykustannukset

Terminaalivaiheita tuotantolaitoksen varaston ja satamassa olevan aluksen lastitilan välillä ovat:

- Tuotantolaitoksessa tavarankäsittely varaston ja kuljetusvälineen välillä, ts. tavarankäsittely tai purkaus lyhytmatkaisine tavarankäsittelyineen (ns. lähetyskustannuksia).
- Satamassa tavarankäsittely, ts. tavarankäsittely purkaus kuljetusvälineestä tai lastaus kuljetusvälineeseen, tavarankäsittely kuljetusvälineeseen odotusalueen, varaston tai aluksen sivun välillä (maapuolen työvaihe).
- Aluksessa tavarankäsittely tai purkauskäsittely (laivapuolen työvaihe).

Terminaalikustannukset eri tuotantolaitoksilla ja eri satamissa saattavat vaihdella paitsi tavararyhmittäin, samankin tavararyhmän kohdalla varsin laajasti, työn järjestelystä ja paikallisista oloista riippuen. Tämän takia on käsillä olevassa tutkimuksessa päädytty käyttämään eri lähteistä saatuja keskimääräislukuja. Yksikkökustannukset eri vaiheissa oletetaan yhtä suuriksi vienti- ja tuontikuljetuksissa.

Lastaus- ja purkauskustannukset<sup>1)</sup> tuotantolaitoksessa on arvioitu yrityshaastattelu- ym. tietojen perusteella.

1) Ilman tavarankäsittely-, yksikointi-, pakkaus- ja lähetys- tai vastaanotto- yms. kustannuksia, jotka oletetaan kuljetusmuodosta riippumattomiksi.

Kun palkkakustannusten osuudeksi arvioidaan 53 % (trukkikäsitteily)<sup>1)</sup> saadaan kustannuksiksi vuosille 1970 ja 1980:

Taulukko 65. Lastaus- tai purkaus- ja siirtokustannukset tuotantolaitoksessa <sup>2)</sup>

Tavararyhmä	Varasto-			
	rautatievaunu		kuorma-auto	
	1970	1980	1970	1980
	mk/tonni			
Joukkotavara	2,00	2,50	..	..
Yksikkötavara				
- selluloosa	2,00	2,50	2,50	3,15
- paperi	2,50	3,15	3,00	3,75
Kappaletavara	4,00	5,00	4,00	5,00

Tutkimuksessa kuorma-autoliikenteestä Suomessa (v. 1970) on autojen lastaus- ja purkaukustannukseksi yhdellä kierroksella yhteensä saatu öljytuotteille 8 mk/t, selluloosalle 5 mk/t ja kappaletavaralle tavaralinjaliikenteessä 30 mk/t. Päätekiä korkeahkoihin kustannuksiin on laskennallinen odotusaikakustannus. Odotusaikojen arviointiin sisältyy myös epävarmuutta, mistä syystä taulukon 65 luvut perustuvat yrityshaastattelutietoihin.

Tavaran siirtokäsittelykustannukset satamassa sisältävät kuljetusvälineen purkaus- tai lastauskustannuksen lisäksi tavaran siirtokustannukset 50 m tai sitä lyhyemmällä etäisyydellä aluksen sivulta, huolintaym. kustannukset ja maapuolen ahtauskustannukset aluksen sivulle saakka.

Ahtauskustannukset (taul. 66) perustuvat ahtausliikkeiden tariffeihin<sup>3)</sup>, jotka nykyisin ovat olleet samat suorassa ja terminaalin kautta tapahtuvassa lastauksessa tai purkauksessa. Maapuolen kustannukset vuosina 1970 ja 1980 ovat, kun palkkakustannusten osuudeksi on arvioitu 45 % (trukki + lukki tai traktori)<sup>4)</sup>:

1) Oulun syväsataman huolintavälineet. Laskelma 24.11.1969

2) Kustannukset ovat yritystaloudellisia. Ero rautatie- ja autoliikenteen kustannusten välillä (0-0,5 mk/t) on kuitenkin niin pieni, että esim. erillisverojen vähentäminen siitä on vaikutukseltaan merkityksetön.

3) Esim. Oy Stevedoring Ab, Edv. Björklund Oy jne.

4) Oulun syväsataman huolintavälineet. Laskelma 24.11.1969



Taulukko 66. Maapuolen lastaus- tai purkaus- ja siirtokustannukset satamassa

Tavararyhmä	rautatievaunu-		kuorma-auto	
	lastauslaituri			
	1970	1980	1970	1980
	mk/tonni			
Joukkotavara	4,00	4,85	..	..
Yksikkötavara				
- selluloosa	4,50	5,45	4,50	5,45
- paperi	5,00	6,10	5,00	6,10
Kappaletavara	10,00	12,15	10,00	12,15

Koska riittävä kokemus uuden terminaaliliikennemuodon kustannuksista vielä puuttuu on sitä koskevat vuoden 1980 kustannusluvut korvattu maapuolen ahtaustyökustannuksilla.

Laivapuolen ahtaustyökustannukset (taul. 67), jotka käsittävät tavarankäsitelä lastaus- ja purkaustyövaiheen, on otettu Suomen Lastauttajain Liiton 1970 tariffista, lisättyä samansuuruisella perusmaksulla. Kyseinen kustannusluku on yritystaloudellinen ja muista tavarankäsiteläkustannuksista poiketen vaihtoehtolaskelmissa satamakohtainen. Joukkotavaran osalta kustannus on määritetty laskemalla kuuden yleisimmän joukkotavaralajin keskimääräinen laivapuolen purkauskustannus.

Taulukko 67. Laivapuolen ahtauskustannukset satamissa

Satama	Selluloosa		Yksikkötavara		Joukkotavara	
	1970	1980	1970	1980	1970	1980
	mk/tonni					
Kemi	9	15	11	17	7	12
Oulu	9	14	9	14	7	12
Raahe	8	13	8	13	7	11
Kokkola	8	13	8	13	7	11
Pietarsaari	8	13	9	15	7	11
Vaasa	8	13	9	14	7	11
Kaskinen	8	12	8	12	6	10
Pori	8	13	8	13	7	10
Hanko	9	13	8	13	7	10
Kotka	8	13	8	13	7	10

Suurin osa Pohjois-Suomen vientiteollisuudesta sijaitsee sataman äärellä tai suorastaan satamassa (mm. Veitsiluoto Oy:n, Oulu Oy:n, Raahe Oy:n, Oy Wilh. Schauman

Ab:n ym. tuotantolaitokset). Nämä yritykset voivat yleensä lastata terminaalin luontoisesta varastosta tavaran suoraan alukseen. Jos tavara sensijaan kuljetetaan maitse jonkin toisen sataman terminaaliin aiheutuu lähtösatamassa ylimääräinen käsittelyvaihe, joka aiheuttaa lisäkustannuksia.

Tarkistusryhmä on suorittanut lisäkustannuksia koskevan selvittelyn Kemissä ja Oulussa sijaitsevilla tuotantolaitoksilla ja tehnyt ko. terminaalikustannuseroja koskevan laskelman:

	<u>Lisäkustannus</u> <u>keskim., p/t</u>
Selluloosa	97
Paperi ja fluting	56
Sahatavara	92

Yhteiskuntataloudellisena lisäkustannuksena sekä v. 1970 että v. 1980 käytetään 50 p/t.

#### 5.4.3 Rautatievaunujen vaihtotyökustannukset satamassa

Rautatievaunujen vaihtotyökustannus on rautatiehallituksen antamien vuoden 1970 kustannustietojen perusteella verrattain tasainen eri satamissa. Siten voidaan kaikissa satamissa käyttää samoja yhteiskuntataloudellisia kustannuslukuja, jotka rautatiehallituksen arvion mukaan ovat:

	<u>1970</u>	<u>1980</u>
	<u>mk/t</u>	
Nykyisessä kuljetusjärjestelmässä	1,26	0,91
Satamaterminaalissa	0,63	0,46

#### 5.5 Yksikkökustannusten ja niiden laskentaperusteiden tarkastelu

Yhteiskuntataloudellisten laskelmien käyttö käsillä olevan laajuisessa valtakunnallista merkitystä omaavassa liikennetutkimuksessa on meillä laatuaan ensimmäinen, ja laskelmien perustana olevien yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten määrittämisessä yhdenmukaisesti liikennemuodoittain on esiintynyt vaikeuksia. Ne johtuvat eri liikennemuotojen teknologisista ja toiminnallisista erityispiirteistä, mikä ilmenee erityisesti liikennemuotojen yhteiskustannusosuuden ja tuottavuuden kehityksen arvioinnissa. Mm. liikenteen liikennemuodoittain erilainen organisatiorakenne ja käytettävissä olevien perusselvitysten epätasaisuus tai kokonaan puuttuminen ovat vaikuttaneet em. seikkojen arviointimahdollisuuksiin.

Myös lisäkustannusten periaatteellisesta sisällöstä, suuruudesta ja laskelmien suoritustavasta on kustannustarkistusryhmässäkin esiintynyt toisistaan poik-



keavia käsityksiä mikä on ymmärrettävää, koska mm. Euroopan talousyhteisö (EEC) on vasta v. 1971 saanut aikaan muistion liikenteen lisäkustannusten teoreettisesta sisällöstä. Mainituista syistä on aiheellista tarkastella kustannustarkistusryhmän arvioimia eri liikennemuotojen yksikkökustannuksia, niiden ehdotettua käyttötapaa ja oletettua tulevaa kehitystä.

Tarkastelun perusteena ovat yhteiskuntataloudelliset kustannukset, jotka eroavat eri liikennemuotojen yritystaloudellisista kustannuksista kohdassa 1.2.4 (Kustannusten määrittämisperiaatteet) selostetulla tavalla. Yritystaloudellisten ja yhteiskuntataloudellisten keskimääräiskustannusten<sup>1)</sup> keskinäiset suhteet liikennemuodoittain v. 1970 ilmenevät taulukosta 68.

Taulukko 68. Yritystaloudellisten (= 100) ja yhteiskuntataloudellisten keskimääräiskustannusten<sup>1)</sup> vertailu v. 1970

Liikennemuoto	Yritystaloudellinen keskimääräiskustannus	Yhteiskuntataloudellinen keskimääräiskustannus
Alusliikenne		
- yksikkötavara-alus	100	92
- joukkotavara-alus	100	92
- jäänmurtajat	100	98
Rautatieliikenne		
- kuljetus	100	90
- satamien vaihtotyö	100	90
Kuorma-autoliikenne	100	110

Alusliikenteen ja jäänmurtajien lisäkustannukset on saatu vähentämällä yhteiskuntataloudellisista keskimääräiskustannuksista yhteiskustannukset (alus kustannuksista varustamolisä ja jäänmurtajakustannuksista osuus merenkulkuhallituksen hallintokustannuksista). Keskimääräis- ja lisäkustannukset käsitellään liikennesuoritteesta riippuvina, ts. muuttuvina kustannuksina. Jäänmurtajien pääomakustannukset kokonaisuudessaan kohdistetaan Pohjois-Suomen liikenteelle.

Kuorma-autoliikenteen yhteiskuntataloudellisina lisäkustannuksina käytetään keskimääräiskustannuksia, jotka (kuljetus- ja tiekustannukset sekä muulle liikenteelle aiheutuvat aika- ja onnettomuuskustannukset) käsitellään muuttuvina kustannuksina.

Rautatieliikenteen yhteiskuntataloudellisina kuljetuskustannuksina käytetään arvioituja lisäkustannuksia ja herkkyysanalyysissä myös keskimääräiskustannuksia, koska rautatieliikenteessä yhteiskustannukset ovat muihin liikenne muotoihin verrattuna suurehkoja. Yksikkökustannukset on

1) Tarkoittavat tässä liikennemuodoittaisia kustannuksia, jotka aiheutuvat kuljetusten suorittamisesta, so. väylästä ja kaluston pidosta ja käytöstä.



jaettu muuttuvaan ja kiinteään osaan. Kiinteät kustannukset on laskettu käyttäen huippukauden suoritemäärää, ts. tämä osa lisä- ja keskimääräiskustannuksista on muutettu ns. kausivaihtelukertoimella huippukauden lii-  
kennettä kohden lasketuksi yksikkökustannukseksi.

Rautatievaunujen vaihtotyökustannuksiin satamassa ei lueta yhteiskustannuksia, jolloin lisäkustannukset ovat samat kuin keskimääräiskustannukset.

Pitkän aikavälin lisäkustannukset rautatieliikenteessä ovat pelkästään vaunukuormaliikenteen erilliskustannuksia. Niitä laskettaessa on pyritty arvioimaan, kuinka paljon rautateiden kokonaiskustannukset pitkällä aikavälillä vähenisivät, jos muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina kyseinen liikennelaji lopetettaisiin. Näiden avulla on määritetty lisäkustannukset kokojunakuljetuksissa. Pitkän aikavälin keskimääräiskustannukset sisältävät lisäkustannuksen ja vaunukuormaliikenteen osuuden rautateiden yhteiskustannuksista.

Rautateiden radan ja laitteiden pääomakustannukset suoriteyksiköltä on rautatiehallituksen edustaja määrittänyt tarkistusryhmälle vuoden 1970 jälleenhankintahintojen perusteella käyttäen tasapoistoa ja 6 prosentin laskentakorkoa. Tulokseksi on saatu 0,6 p/tkm, jota tarkistusryhmä esittää käytettäväksi laskelmissa vuoden huippuliikenteestä riippuvana kustannuksena. Tässä yhteydessä on esitetty kaksi eriävää mielipidettä.

- Rautatiehallituksen edustajan mielestä radan ja rakenteiden pääomakustannuksia (0,6 p/tkm) ei voida laskea lisäkustannuksiksi, koska 1970-luvulla Pohjois-Suomen vientikuljetukset eivät vaikuta kyseisiin investointeihin muual-  
la kuin itse satama-alueella.
- Liikenneministeriön edustajan näkemyksen mukaan radan ja rakenteiden pääomakustannuksena suoriteyksiköltä pitäisi käyttää korkeampaa arvoa (1,2 p/tkm) kuin mitä työryhmä esittää. Perusteena tälle on se, että Pohjois-Suomen vientikuljetukset kuluttavat rataa ja rakenteita samoin kuin muutkin kuljetukset, ja tämä kuluminen on otettava mukaan laskelmissa täysimääräisenä edustamaan uusinta- ja parantamisinvestointeja.

Lisäksi liikenneministeriön edustajan näkemyksen mukaan radan ja rakenteiden kunnossapito- ja pääomakustannuksia (poisto) tulee käsitellä muuttuvina kustannuksina eikä yksinomaan liikenteen huipusta riippuvina. Perusteena tälle on se, että liikenne aiheuttaa radan kulumisen ja huononemisen; tosin liikenteen aiheuttama radan kulumisen ja erityisesti huononeminen ja tästä aiheutuva kunnossapito vaihtelevat suuresti olosuhteiden, kuten radan ja rakenteiden laadun ja iän, routivuuden jne. mukaan.



Yhteiskustannusten osuus yhteiskuntataloudellisista keskimääräiskustannuksista on liikennemuodoittain (taul. 69):

Taulukko 69. Eri liikennemuotojen lisä- ja yhteiskustannusten suhteellinen osuus yhteiskuntataloudellisista keskimääräiskustannuksista (= 100) v. 1970 kustannustasossa

Liikennemuoto	Keskimääräis- kustannus	Lisäkustannus	Yhteis- kustannus
Alusliikenne			
- alukset	100	94	6
- jäänmurtajat	100	97	3
Rautatieliikenne			
- kuljetus	100	73	27
- satamien vaihtotyö	100	100	-
Kuorma-autoliikenne	100	100	-

Kustannusten oletettua kehitystä v. 1970 - 1980 tarkastellaan seuraavassa tyyppiesimerkein.

Alusliikenteen esimerkkeinä tarkastellaan 3.500 dwt:n yksikkötavara-alusten kustannuksia, 6.000 dwt:n joukkotavara-alusten kustannuksia ja jäänmurtajakustannuksia. Lastialuskustannusten vertailulukuina käytetään kustannusta penniä/tonnikilometri ajossa sekä jäänmurtajakustannusten vertailulukuna markkaa/avustettu tonnikilometri.

Esimerkissä käytettävän yksikkötavara-aluksen kantavuuden oletetaan kasvavan 3.500 dwt:sta 4.000 dwt:iin vuoteen 1980 mennessä. Nopeus kasvaa 14 solmusta v. 1970 16 solmuun v. 1980. Siirryttäessä hajautetusta liikenteestä keskitettyyn liikenteeseen v. 1970 aluksen täyttöaste kasvaa 42 prosentista 50 prosenttiin eli 20 prosentilla.

Joukkotavara-aluksen kantavuus, nopeus ja täyttöaste ovat samat v. 1970 ja v. 1980.

Esimerkkialusten miehistötarve vähenee keskimäärin 1,4 %/v. Palkkakustannus kasvaa 4,0 %/v. Viimemainittu oletamus koskee kaikkia liikennemuotoja.

Jäänmurtajien koko oletetaan yhtä suureksi sekä v. 1970 että v. 1980 (Tarmo-luokka), samoin kuin avustusnopeudet (8 s). Kerrallaan avustettava määrä v. 1970 on

2.500/7.500 t<sup>1)</sup> hajautetussa ja 3.000/9.000 t keskitetyssä liikenteessä. Vuonna 1980 määrä on edelleen 3.000/9.000<sup>2)</sup>. Miehistömäärä pysyy nykyisenä, samoin jääavustusmatkojen pituudet.

Rautatieliikenteessä käytetään esimerkkinä selluloosan kuljetusta 500 kilometrin matkalla, ja vertailulukuna on tonnikilometrikustannus. Rautatievaunujen satamavaihtotyökustannukset on laskettu tonnia kohti.

Vuonna 1970 hajautetussa liikenteessä suoritettiin 82 % kuljetuksista vaunukuormaliikenteenä ja 18 % kokojunaliikenteenä, kokojunien painon ollessa 800 t. Keskitetyssä liikenteessä vuonna 1970 kuljetukset on laskettu suoritettavan 1.300 tonnin painoisilla junilla ja v. 1980 1.570 tonnin painoisilla junilla. Vaunuakselikuorma v. 1980 on 18 % suurempi kuin v. 1970. Liikenteen keskittämisen lisäksi työn tuottavuuden ennakoitaan paranevan 3,9 %/v.

Rautatievaunujen vaihtotyökustannuksen satamassa v. 1970 ennakoitaan alenevan 50 prosentilla siirryttäessä nykyisestä kuljetustavasta kokojunakuljetuksiin. Vaunujen keskikuorman kasvaessa satamavaihtotyökustannus edelleen alenee vuoteen 1980 mennessä 28 prosentilla vuoden 1970 kokojunaliikenteen vaihtotyökustannuksesta.

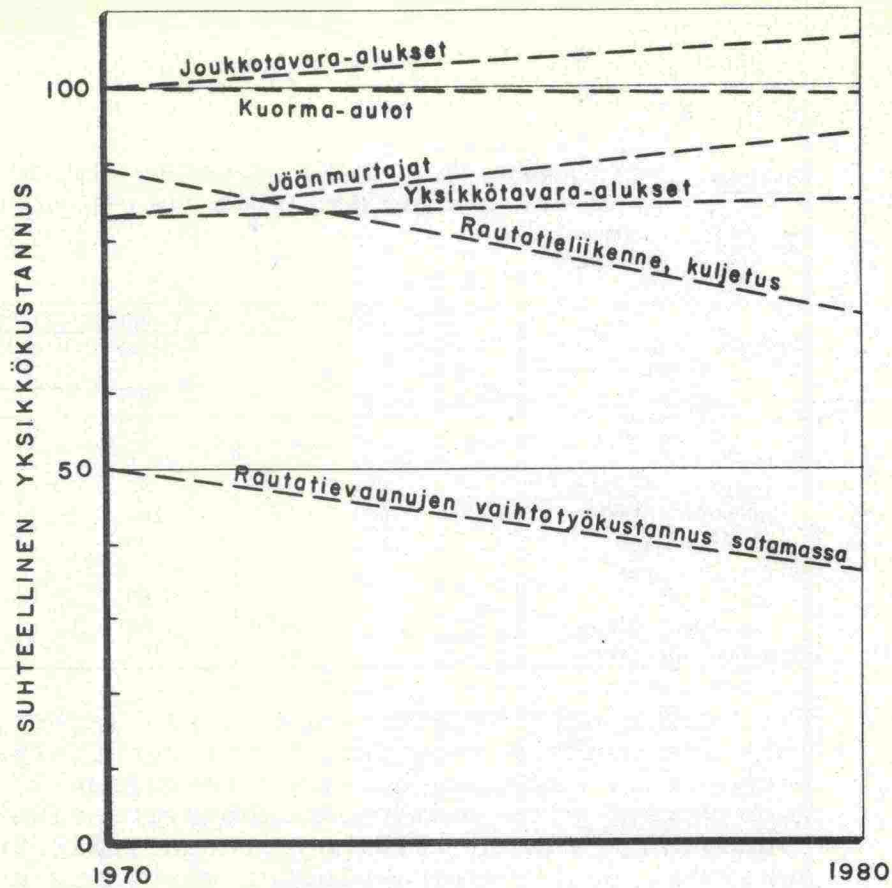
Kuorma-autoliikenteessä käytetään esimerkkinä yksikötavaran kuljetusta, ja akseli/telipaino muuttuu 8/13 tonnista v. 1970 10/16 tonniksi vuoteen 1980 mennessä. Tiekustannukset sekä aika- ja onnettomuuskustannukset kehittyvät tämän edellyttämällä tavalla. Vertauslukuna on ajokustannus p/tkm.

Lisäkustannusten kehitys laskentaesimerkeissä ilmenee taulukosta 70 ja kuvasta 51.

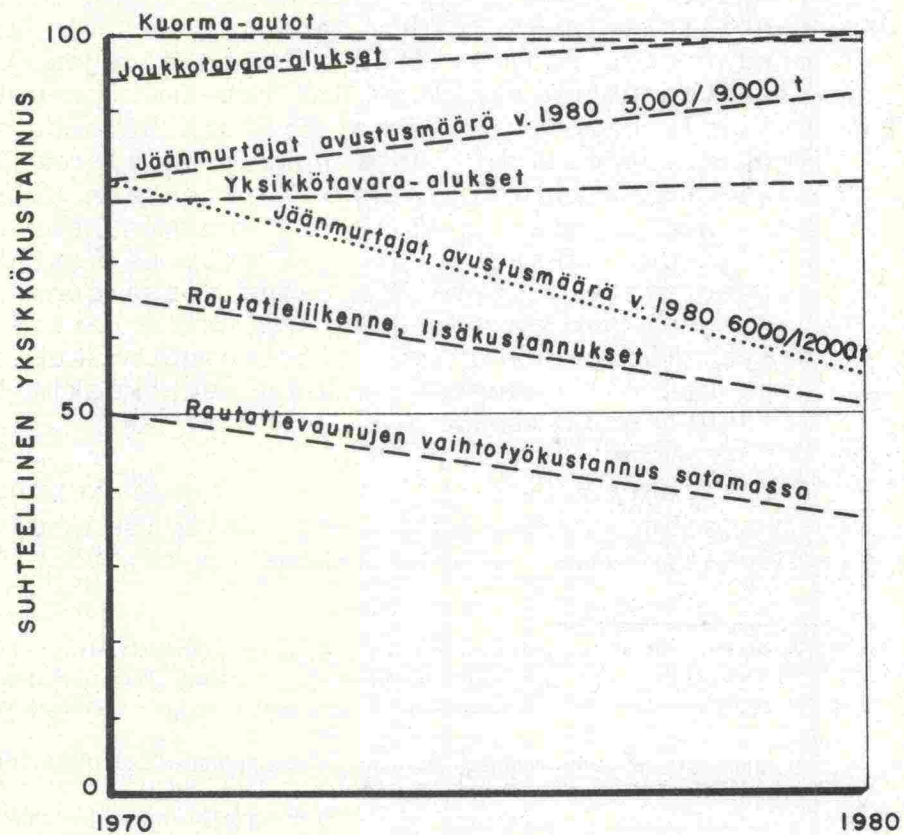
1) Ensimmäinen luku tarkoittaa avustusta vaikeissa ja jälkimmäinen helppoissa jääoloissa. Esim. talvella 1971 Perämerellä avustettiin noin 1 kuukauden aikana vain vähintään 3.000 tonnin lastissa kulkevia aluksia.

2) Tarkistusryhmän raportissa (26.4.1972) ei ole voitu ottaa huomioon merenkulkuhallituksen toimikunnalle (8.5.1972) toimittamaa lausuntoa avustusnopeuden ja -määrien kehityksestä. Lausunnon perusteella avustukset v. 1980 ovat 9.000/15.000 t.





Kuva 51. Eri liikennemuotojen yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten kehitys nykyisen hajautetun liikenteen lisäkustannuksiin (= 100) verrattuna kustannustarkistusryhmän arvion mukaan.



Kuva 52. Eri liikennemuotojen yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten kehitys verrattuna nykyisen hajautetun liikenteen Pohjois-Suomea varten sovellettuihin keskimääräiskustannuksiin (= 100).

Piirrokseseen on merkitty jäänmurtajakustannuksen kehitys, jos avustusmäärä v. 1980 on 6.000/12.000 t.

Taulukko 70. Eri liikennemuotojen lisäkustannusten suhteellinen kehitys laskentaesimerkein hajautetun liikenteen lisäkustannuksiin (= 100) verrattuna kustannustarkistusryhmän mukaan

Liikennemuoto	Yhteiskuntataloudellisen yksikkökustannuksen suhdeluku		
	Hajautetun liikenteen lisäkustannus	Keskitetyn liikenteen lisäkustannus	
		1970	1980
Alusliikenne			
- yksikkötavara-alus <sup>1)</sup>	100	83	85
- joukkotavara-alus	100	100	106
- jäänmurtajat <sup>2)</sup>	100	83	94
Rautatieliikenne			
- kuljetus	100	89	70
- satamien vaihtotyö <sup>3)</sup>	100	50	36
Kuorma-autoliikenne	100	100	99

Taulukko osoittaa, että esimerkissä käytetyn yksikkötavara-aluksen kustannus olisi keskitetyssä vaihtoehdossa v. 1970 hajautettua ratkaisua 17 % pienempi. Vuonna 1980 olisi tämän yksikkötavara-alustyyppin kustannus 85 % vuoden 1970 hajautetun liikenteen kustannuksista. Joukkotavara-alusten kustannus kasvaisi vuoteen 1980 kuudella prosentilla.

Tarkistusryhmä on todennut, että merikuljetuksista me n. 50 % v. 1969 ja n. 60 % v. 1980 hoitavien ulkomaisten alusten yhteiskuntataloudelliset kuljetuskustannukset tulisi määrittää maksettujen merirahtien, rahtilisien sekä muiden mahdollisten lisäkustannusten mukaan eikä suomalaisten alusten ajoajan ja vuorokausikustannusten avulla. Tämä toteamus perustuu siihen, että ulkomaisten alusten käytöstä aiheutuvat yhteiskuntataloudelliset kustannukset maallemme ilmenevät maksettuina rahteina. Koska kuitenkin ulkomaisten alusten yhteiskuntataloudellisia kustannuksia ei, rahtiliisiä lukuunottamatta, ole pystytty selvittämään kyllin luotettavasti, käytetään laskelmissa suomalaisten alusten ajoaikaan ja päiväkustannuksiin perustuvaa menetelyä. Tämän mukaan mm. alusten pääomakustannukset ovat kokonaisuudessaan mukana sekä keskimääräis- että lisäkustannuksissa.

Tarkistusryhmässä ovat tie- ja vesirakennushallituksen edustajat tuoneet esiin sen käsityksen, että yleensä ehdotetunlainen aluskustannusten käyttö ei ole yhden-

1) Mukaan lukien ulkolaiset sahatavaraa kuljettavat pykälälaivat oli keskimääräinen aluskoko v. 1969 nyt arvioitua pienempi. Vuoteen 1980 ulkolaisen tonniston keskiin voidaan arvioida kasvavan samassa suhteessa kuin suomalaistenkin alusten.

2) Jäänmurtaajien avustustuntimäärän muutoksen vaikutusta ei ole voitu ottaa huomioon.

3) V. 1970 tämä kustannusosuus oli 5-6 % rautatieliikenteen kustannuksista.



mukainen rautatieliikenteen kustannusten käsittelyn kanssa. Tästä syystä heidän mielestään olisi selvitetävä, kuinka lisäkustannusperiaate voitaisiin alusliikenteessä ottaa huomioon selvittämällä paljonko alukselle aiheutuu lisäkustannuksia, jos se noutaa lastinsa jostain Pohjois-Suomen satamasta jonkin Etelä-Suomen sataman sijasta.

Jäänmurtajakustannukset avustettua tonnia kohti alenevat taulukon mukaan vuoden 1970 liikennettä keskitettäessä 17 %, ja ovat v. 1980 vielä 6 % pienemmät kuin vuoden 1970 hajautetussa liikenteessä.

Rautatieliikenteen kustannusten tuleva kehitys on olemassa olevan kapasiteetin tehostuvan käytön ansiosta edullinen. Vuonna 1970 olisi rautatieliikenteen lisäkustannus keskitetyssä liikenteessä 89 % hajautetun liikenteen kustannuksiin verrattuna. Vuonna 1980 vastaava prosenttiluku olisi 70. Rautatievaunujen vaihtotyökustannusten kehitys satamassa on tätä edullisempi eli 50 % v. 1970 ja 36 % v. 1970 hajautetun liikenteen vuoden 1970 kustannuksesta.

Tarkasteltaessa kustannusten kehitystä keskimääräisiin kustannuksiin verrattuna eli yhdistämällä taulukot 69 ja 70 saadaan taulukko 71 ja kuva 52.

Taulukko 71. Eri liikennemuotojen lisäkustannusten suhteellinen kehitys laskentaesimerkein vuoden 1970 hajautetun liikenteen keskimääräiskustannuksiin (= 100) verrattuna kustannustarkistusryhmän mukaan

Liikennemuoto	Yhteiskuntataloudellisen yksikkökustannuksen suhdeluku		
	Hajautetun liikenteen keskimääräiskustannus	Keskitetyn liikenteen lisäkustannus	
		1970	1980
Alusliikenne			
- yksikkötavara-alukset	100	78	80
- joukkotavara-alukset	100	94	100
- jäänmurtaajat 1)	100	81	92
Rautatieliikenne			
- kuljetus	100	65	51
- satamien vaihtotyö	100	50	36
Kuorma-autoliikenne	100	100	99

1) Jos jäänmurtajien kerrallaan avustama tavaramäärä v. 1980 on 6.000/12.000 t, niin keskitetyssä liikenteessä sen lisäkustannuksen suhdeluku v. 1980 on 55 (kuva 52), taul. 71 luvun 92 asemesta.

Tarkistusryhmä toteaa raportissaan, että yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten perusteella suoritettavaan eri liikennemuotojen vertailuun on suhtauduttava tietyin varauksin. Kuitenkin tarkistusryhmä katsoi, että sen raportissaan esittämät kustannustiedot ovat riittävän tarkat ottaen huomioon käytettyjen laskentamenetelmien karkeustaso.

Tarkastelun perusteella toimikunta katsoo, että tavoitteena laskelmien suorittamisessa tulee olla pitkän tähtäyksen yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten käyttö. Niiden määrittämisessä yhdenmukaisesti liikennemuodoittain pitkällä, 10 - 30 vuoden aikavälillä ilmenneiden vaikeuksien ja mm. eri liikennemuotojen erilaisen yhteiskustannusosuuden vuoksi käytetään laskelmissa yhtenä herkkyystarkasteluna keskimääräiskustannuksia. Tämä merkitsee eri liikennemuotojen yhteiskustannusosuuden olettamista yhtä suureksi.

Jäänmurtaajien kerrallaan avustamina tavaratonnimäärinä v. 1980 käytetään 6.000/12.000 t ja avustusnopeutena 10 s sekä muutoin tarkistusryhmän ehdottamia avustusmääriä. Herkkyystarkastelu vuodelle 1980 suoritetaan kuitenkin myös merenkulkuhallituksen lausunnon edellyttämällä avustusmäärillä 9.000/15.000 t, käyttäen 20.000 ahv:n jäänmurtajaluokan kustannuksia. Lisäksi suoritetaan jäävaurioiden ja satakapasiteetin kustannusten herkkyystarkastelu.

Herkkyystarkastelu suoritetaan myös muuttamalla radan ja laitteiden uusimis- ja parantamisinvestointien lisäkustannusten arvoa  $\pm 0,6$  p/tkm.

Kustannustarkistusryhmän raportin mukaisissa yksikkökustannuksissa, niiden ehdotetussa laskentakäsitteilyssä ja oletetussa tulevassa kehitysarviossa on useita epäjohdonmukaisuuksia ja todennäköisesti myös virhe-arviointeja, mutta niiden tarkempi selvitys edellyttää laajahkoja perusselvityksiä, joihin tässä yhteydessä ei ole mahdollisuutta. Tästä syystä laskelmissa käytetään kustannustarkistusryhmän raportin mukaista menettelyä, joka kuitenkin on tulevaisuudessa jatkoselvityksissä syytä tarkistaa.



## 6 KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

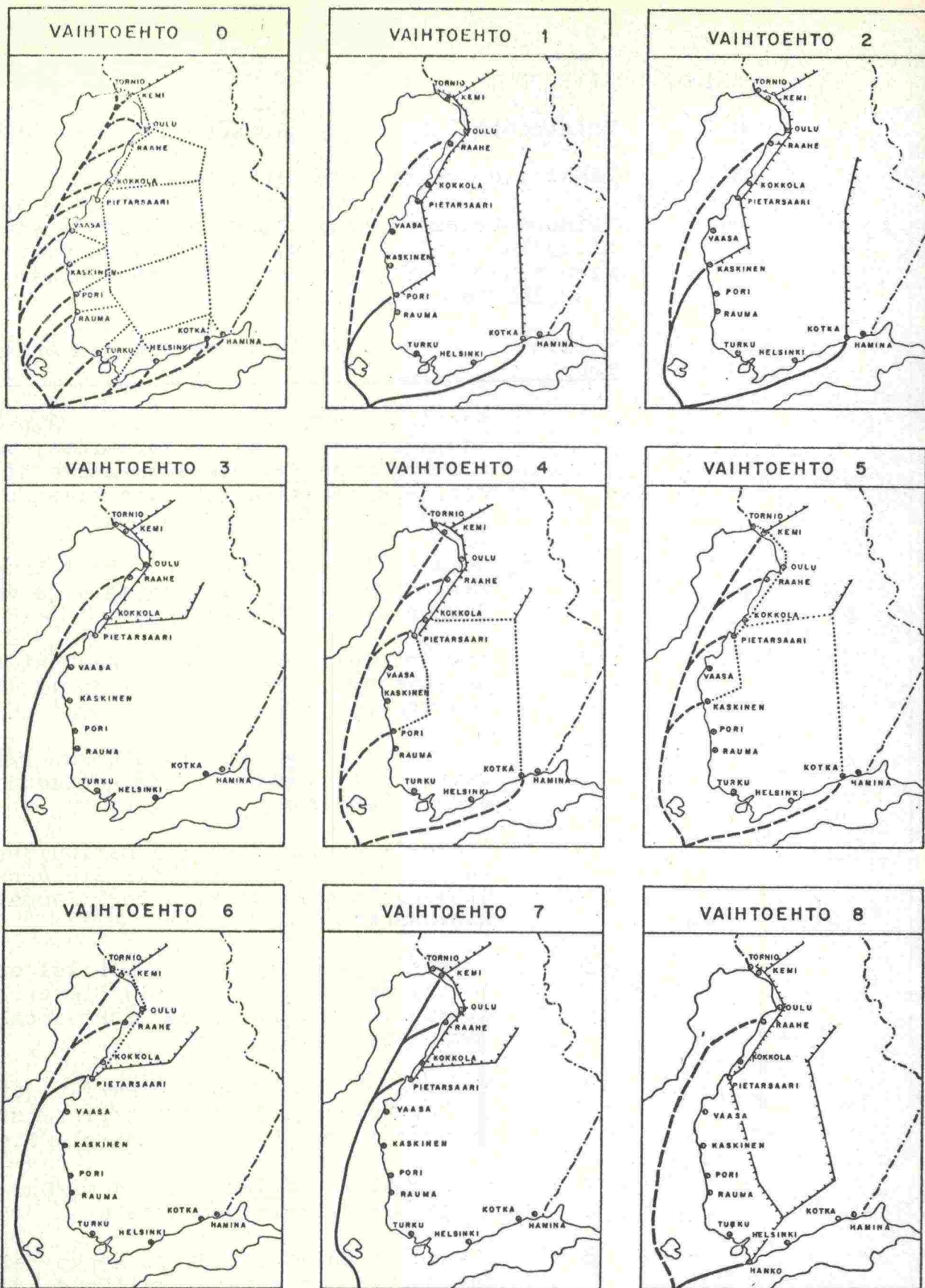
## 6.1 Vaihtoehtolaskelmien tulokset

## 6.1.1 Liikenteen sijoitteluvaihtoehdot

Vaihtoehtolaskelmissa liikenne on sijoitettu ennalta tietyllä tavalla. Selluloosan ja muun yksikkötavaran vientikuljetusten järjestelyvaihtoehdoiksi on näissä laskelmissa otettu (vrt. kuva 53):

Vaihto- ehto	Merikuljetuksen lähtösatamat <sup>1)</sup>
0	Nykyinen kuljetusjärjestelmä. Avovesikaudella merikuljetus kaikista satamista, välikaudella merikuljetus Pohjois-Suomen eteläisimmistä ja Etelä-Suomen satamista, talvikaudella merikuljetus Etelä-Suomen satamista (ml. Kaskinen)
1	Kokovuotinen merikuljetus Pori/Raumalta ja Kotka/Haminasta, paitsi avovesi- ja välikaudella Raahen vienti Raahesta
2	Kokovuotinen merikuljetus Kaskisista ja Kotka/Haminasta, paitsi avovesi- ja välikaudella Raahen vienti Raahesta
3	Kokovuotinen merikuljetus Kokkola/Pietarsaaresta, paitsi avovesi- ja välikaudella Raahen vienti Raahesta
4	Avovesi- ja välikaudella merikuljetus Kemi/Oulusta, Raahesta ja Kokkola/Pietarsaaresta, talvikaudella merikuljetus Pori/Raumalta ja Kotka/Haminasta
5	Avovesi- ja välikaudella merikuljetus Kemi/Oulusta, Raahesta ja Kokkola/Pietarsaaresta, talvikaudella merikuljetus Kaskisista ja Kotka/Haminasta
6	Avovesi- ja välikaudella merikuljetus Kemi/Oulusta, Raahesta ja Kokkola/Pietarsaaresta, talvikaudella merikuljetus Kokkola/Pietarsaaresta
7	Kokovuotinen merikuljetus Kemi/Oulusta, Raahesta ja Kokkola/Pietarsaaresta
8	Kokovuotinen merikuljetus Hanko/Helsinki/Turusta, paitsi avovesi- ja välikaudella Raahen vienti Raahesta; vain v. 1980.

<sup>1)</sup> Satamaryhmien (Kemi/Oulu, Kokkola/Pietarsaari, Pori/Rauma, Turku/Hanko/Helsinki ja Kotka/Hamina) liikenteen kustannukset on laskettu vain yhden ryhmään luetun sataman, nimittäin Kemän, Pietarsaaren, Porin, Hangon tai Kotkan kautta. Näiden satamaryhmien sisäinen työnjako edellyttää erillistarkastelun.



MERIKULJETUS

— koko vuoden

- - - osan vuotta

RAUTATIEKULJETUS

— koko vuoden

- - - osan vuotta

KUVA 53 LIIKENTEEN SJOITTELUVAIHTOEHDOT



Vaihtoehtojen valintaperusteista voidaan mainita yleisesti seuraavaa:

Nollavaihtoehto kuvaa kaavamaisesti nykytilannetta. Tarkkaa vastaavuutta todellisen tilanteen kanssa ei voida esittää, johtuen kuljetusten järjestelyjen kirjavuudesta (mm. liikenteen jakautuminen lukuisiin satamiin, aluskokojen, niiden täyttöasteiden sekä rahtien laaja vaihtelu).

Vaihtoehdoissa 1, 2, 3 ja 8 pyritään välttämään päällekkäisyyttä kuljetusjärjestelmissä ja tasoittamaan rautatie-liikenne koko vuodelle. Maa- ja meriliikenne keskittyvät näissä vaihtoehdoissa. Rautatieliikenteessä voidaan käyttää kokojunakuljetuksia tuotantopaikkojen ja satamaterminaalien välillä ja merikuljetukset voidaan hoitaa entistä suurempina lasteina linjaliikenteen luontoisesti. Vaihtoehdon 8 kustannukset on laskettu vain vuodelle 1980.

Vaihtoehdoissa 4, 5 ja 6 pyritään vähentämään maakuljetussuoritetta merikuljetuksen hyväksi, ja liikenteen kausivaihtelun aiheuttamia lisäkustannuksia kompensoidaan maa- ja meriliikenteen keskittämällä.

Vaihtoehdossa 7 pyritään mahdollisimman vähäisiin maakuljetuksiin, mutta kuitenkin keskitetyn meriliikenteen etuihin.

#### 6.1.2 Tavaravirrat eri vaihtoehdoissa

Pohjois-Suomen talousalueilta ulkomaille meritse kuljetettavat selluloosa- ym. yksikkötavaramäärät v. 1969 olivat 2,6 milj.t ja ennusteen mukaan tulevat v. 1980 olemaan 3,3 milj.t (taul. 72).

Taulukko 72.: Ulkomainen vienti v. 1969 ja ennuste vuodelle 1980 lähtöalueittain

Lähtöalue	1969			1980		
	Selluloosa	Yksikkö-tavara	Yhteensä	Selluloosa	Yksikkö-tavara	Yhteensä
1.000 t						
Kemijärvi	125	-	125	135	-	135
Kemi	420	419	839	140	790	930
Oulu	352	176	528	230	260	490
Kajaani	96	168	264	91	310	401
Raahe		316	316		600	600
Ylivieska		6	6		5	5
Iisalmi		46	46		60	60
Kokkola		19	19		95	95
Pietarsaari	180	139	319	174	260	434
Seinäjoki		74	74		80	80
Vaasa		4	4		10	10
Kaskinen		71	71		70	70
Yhteensä	1.173	1.438	2.611	770	2.540	3.310





Eri satamaryhmien välittämät vientimäärät satamaryhmittäin eri vaihtoehtoissa on esitetty taulukoissa 73 ja 74.

### 6.1.3 Kuljetus- ja käsittelyvaiheiden kustannukset

Kustannukset vuosille 1969 ja 1980 lasketaan kustannustarkistusryhmän Pohjois-Suomen liikenteelle ehdotamin yhteiskuntataloudellisin lisä- ja keskimääräiskustannuksin. Lisäksi tarkastellaan muutamien vaihtoehtojen laskentatekijöiden (mm. jäänmurtajien kerrallaan avustaman tavaramäärän kasvun) vaikutusta tuloksiin.

Maakuljetuskustannuksiin sisältyvät rautatie- ja autokuljetuskustannukset. Autokuljetusta on oletettu käytettävän vain alle 50 kilometrin kuljetuksissa. Rautatiekuljetuskustannuksia vaihtoehtoittain määriteltäessä on kuljetuskapasiteetin mitoitusperusteena käytetty huippukauden (avovesikausi 8 kk, välikausi 1 kk tai talvikausi 3 kk) liikennettä. Maakuljetuskustannuksiksi (pääasiassa rautatieliikenteen kustannuksia) on saatu (taul. 75):

Taulukko 75 . Maakuljetuskustannukset

Vaihtoehto	Lisäkustannuksin		Keskimäär. kustannuksin	
	1969	1980	1969	1980
	milj. mk/v			
0	14,45	20,99	20,69	29,89
1	30,24	27,06	44,63	39,24
2	26,01	23,44	37,99	33,68
3	17,70	15,30	26,16	21,49
4	14,97	22,53	23,45	34,71
5	13,39	19,76	20,26	30,00
6	9,82	13,64	13,83	19,84
7	8,10	7,21	11,00	9,63
8	-	34,87	-	50,98

Rautatieliikenteen kustannukset vuodelle 1970 on vaihtoehtoissa 1-8 laskettu 1.300 tonnin ja vuodelle 1980 1.570 tonnain painoisin junin kokojunakuljetuksina ja 0-vaihtoehtossa vaunuormakuljetuksina.

Jos radan ja rakenteiden poistokustannuksista vähennetään tai niihin lisätään 0,6 p/tkm, saadaan kyseiksi kustannuksiksi vaihtoehtoittain:

	1969	1980
Vaihtoehto	milj.mk/v	
0	3,73	7,17
1	8,70	9,55
2	7,16	7,94
3	4,46	4,66
4	4,75	9,55
5	3,98	7,94
6	2,32	4,66
7	1,61	1,75
8	-	12,82

Terminaalikustannukset (taul.76) sisältävät lähetyskustannuksen tuotantolaitoksella, maapuolen ja laivapuolen ahtauskustannukset ja rautatievaunujen vaihtotyökustannukset satamassa sekä satamanpitäjän kustannukset, lukuunottamatta vaihtoehtojen edellyttämiä satamien laajennusinvestointikustannuksia, jotka käsitellään erikseen.

Taulukko 76. Terminaalikustannukset

	1969	1980
Vaihtoehto	milj.mk/v	
0	43,53	74,86
1	44,36	75,05
2	44,30	75,02
3	44,06	74,55
4	43,17	74,23
5	43,17	74,22
6	43,09	74,03
7	42,96	73,49
8	-	75,04

Merikuljetuskustannuksiin sisältyvät aluskustannukset ajossa ja satamassa sekä luotsauskustannukset Suomessa. Ulkomaisia luotsaus-, kanava- tms. kustannuksia ei ole luettu mukaan.

Kustannukset on laskettu suomalaisista lähtösatamista Itämeren, Pohjanmeren ja Välimeren alueelle sekä kaukomaille, reittien päätesatamina em. järjestyksessä Lyypekki, Rotterdam, Genova ja New York. Merikuljetuskustannukset vaihtoehtoinen ovat:



Vaihtoehto	1969	1980
	milj.mk/v	
0	88,74	120,75
1	74,75	104,99
2	75,73	106,34
3	79,66	111,67
4	80,92	111,80
5	81,12	112,30
6	82,08	114,21
7	82,73	115,53
8	-	101,38

Ns. jääkustannukset muodostuvat 1) jäänmurtajakustannuksista, 2) jäävauriokustannuksista ja 3) alusten kulkunopeuden hidastumisesta jääolojen takia. Kohdan 3 kustannukset on laskettu mukaan merikuljetuskustannuksiin. Taulukoissa 77 ja 78 ovat eri vaihtoehtoisissa jääavustettavat tavaratonnimäärät v. 1969 ja v. 1980.

Taulukko 77 . Jääavustettavat tavaratonnimäärät eri vaihtoehtoisissa satamaryhmittäin v. 1969

Satama	Kausi	0	1	2	3	4	5	6	7
		1.000 t							
Kemi	Talvi-	7	}			112	112	112	218
	Väli-	63							112
	Avovesi- (1 1/2 kk)	135							218
Oulu	Talvi-	4	}			218	218	218	
	Väli-	35							
	Avovesi- (1 1/2 kk)	90							
Raahe	Talvi-	-	}	15	15	15	15	15	28
	Väli-	14							28
	Avovesi- (1 kk)	37							34
Kokkola	Talvi-	9	}	34	34	34	34	34	
	Väli-	24							
	Avovesi- (1/2 kk)	4							
Pietar- saari	Talvi-	39	}		364	52	52	52	365
	Väli-	27							118
	Avovesi- (1/2 kk)	13							52
Vaasa	Talvi-	3	}		112	40	40	40	40
	Väli-	1							
Kaskinen	Talvi-	75	}	319			319		
	Väli-	3							
Pori	Talvi-	182		319		319			
Kotka	Talvi-	45		45		45		45	
	Väli- (1/2 kk)	-		13					

Taulukko 78. Jääavustettavat tavaratonnimäärät eri vaihtoehtoissa satamaryhmittäin v. 1980.

Satamat	Kausi	0	1	2	3	4	5	6	7	8
		1.000 t								
Kemi	Talvi-	22	}			125	125	125	355	
	Väli-	64								
	Avovesi-									
Oulu	(1 1/2 kk)	128	}			202	202	202	202	
	Talvi-	18								
	Väli-	45								
Raahe	Avovesi-		}							
	(1 1/2 kk)	78								
	Talvi-	50								
Kokkola	Väli-	51	50	50	50	50	50	50	150	50
	Avovesi-		}							
	(1 kk)	50								
Pietar- saari	Talvi-	35								
	Väli-	24								
	Avovesi-									
Vaasa	(1/2 kk)	6	}		747	90	90	747	243	
	Talvi-	90								
	Väli-	31								
Kaskinen	Avovesi-		}		119	51	51	51	51	
	(1/2 kk)	14								
	Talvi-	6								
Pori	Väli-	5	}							
	Talvi-	65								
	Väli-	5								
Kotka	Talvi-		}			648	99	648		
	Talvi-	363								
	Väli-	100								
Hanko	Talvi-		}							
	Väli-									
	(2 kk)									
										498

Normaalitalven jäänmurtajakustannukset on laskettu siten, että jäänmurtajan avustuskertaa kohti on lastia avovesi- ja välikaudella 9.000 t v. 1969 ja 12.000 t v. 1980, samoin talvikaudella Merenkurkkuun, ja siitä eteenpäin Perämerelle 3.000 t v. 1969 ja 6.000 t v. 1980. Vaasan ja Kaskisten satamissa on talvikautena lyhyt jäis-säkulkuosuus, jonka suhteen sovelletaan Perämerellä käytettävää alhaisempaa avustusmäärää.

Nollavaihtoehtossa käytetään avustusmäärinä 2.500/7.500 t v. 1969 ja 3.000/9.000 t v. 1980. Jääavustusmatkat ovat samat kuin suunnittelumallissa (kohta 6.2). Jäänmurtajakustannuksiin talvikaudella (3 kk) sisältyvät käyttökustannusten lisäksi pääomakustannukset kokonaisuudessaan (korot ja poistot) ja muuna aikana pääomakustannuksista vain poistot, jolloin avustustuntien kustannukset ovat:



Avovesi- ja välikautena      Talvikautena  
mk/avustustunti

1969	2.200	3.400
1980	2.550	3.750

Jäänmurtaja- ja jäävauriokustannukset vuosina 1969 ja 1980 ovat (taul.79 ja 80):

Taulukko 79 . Jäänmurtaja- ja jäävauriokustannukset v. 1969

Vaihtoehto	Jäänmurtaja- kustannus	Jäävaurio- kustannus	Yhteensä
	milj. mk/v		
0	6,52	2,19	8,71
1	1,86	0,75	2,61
2	3,15	1,26	4,41
3	8,86	2,98	11,84
4	3,48	1,82	5,30
5	4,69	2,33	7,02
6	10,06	3,59	13,65
7	17,27	4,06	21,33

Taulukko 80 . Jäänmurtaja- ja jäävauriokustannukset v. 1980

Vaihtoehto	Jäänmurtaja- kustannus	Jäävaurio- kustannus	Yhteensä
	milj.mk/v		
0	10,42	4,02	14,44
1	2,52	1,59	4,11
2	3,81	2,67	6,48
3	10,41	5,81	16,22
4	3,74	2,82	6,56
5	4,96	3,95	8,91
6	11,28	6,55	17,83
7	17,08	7,48	24,56
8	1,12	0,78	1,90

Mikäli jäänmurtaja avustaa suurempaa tavaratonnimäärää kuin ns. perusvaihtoehtoissa on arvioitu, jääkustannukset alenevat.

Jos jäänmurtajan avustusmäärä v. 1980 on herkkyystarkastelussa talvikautena Perämerellä 9.000/15.000 t ja muualla 12.000 t sekä sen kustannukset lasketaan uusien 20.000 ahv:n jäänmurtajien kustannusten perusteella, ovat jäänmurtajakustannukset laskelmassa käytettävään (12.000 ahv ja avustusmäärä 6.000/12.000 t) verrattuna v. 1980:

Vaihtoehto	Laskelmassa	Herkkyys-tarkastelu	Vähennys
	6.000/12.000 t	9.000/15.000 t	
	milj.mk/v		
0	-	-	-
1	2,52	2,06	0,46
2	3,81	3,11	0,70
3	10,41	8,39	2,02
4	3,74	3,04	0,70
5	4,96	4,03	0,93
6	11,28	9,09	2,19
7	17,08	13,88	3,20
8	1,12	0,94	0,18

Satamien laajennusinvestointikustannuksia aiheutuu, jos jokin vaihtoehto lisää sataman (satamaryhmän) liikenteen sen kapasiteettia suuremmaksi. Kapasiteettitarve mitoitetaan huippukuukauden mukaan. Kemi/Oulun ja Raahan satamien kapasiteetin katsotaan riittävän sekä vuoden 1969 että 1980 liikennemäärille. Muiden satamien (satamaryhmien) kohdalla käytetään v. 1969 ja 1980 seuraavia kapasiteettiarvoja: Pietarsaari/Kokkola 220.000 t/kk, Kaskinen 55.000 t/kk, Pori/Rauma 100.000 t/kk, Hanko/Helsinki/Turku 130.000 t/kk ja Kotka/Hamina 120.000 t/kk. Etelä-Suomen satamaryhmien luvut ilmaisevat, minkä verran Pohjois-Suomen liikenteelle on varattu kapasiteettia. Investointikustannuksia laskettaessa tehdään seuraavat olettamukset:

- laituritarve on 1 m/2000 t vuodessa
- maa-alan tarve on 600 m<sup>2</sup>/laiturimetri
- varaston keskiviipymä on 7 vrk ja tehokas ala 50 %
- maa-alueen hinta on 45 mk/m<sup>2</sup>
- varastohinta on 250 mk/m<sup>2</sup>
- laiturin rakennushinta (syvyys 10 m) 20.000 mk/m
- laskentakorko on 6 %
- poistoaika on 30 vuotta



Laaajennusinvestointikustannukset olisivat esim. vaihtoehdossa 1 Porin osalta v. 1969:

Vienti avovesikaudella 1,554 milj.t/8 kk = 194.000 t/kk-100.000 t/kk = 94.000 t/kk<sup>1)</sup>.

Mitoitusperuste 12 kk x 94.000 t/kk = 1,13 milj.t/v.  
Laituritarve 1,13 milj.t/v: 2.000 t/m = 565 m laituria/v

Varastoaluetarve  $\frac{1,13 \text{ milj.t/v} \times 7 \text{ vrk}}{365 \text{ vrk} \times 0,5 \text{ t/m}^2} = 43.350 \text{ m}^2/\text{v}.$

Kustannuskohde	Investointitarvelaskelma	Investointi, milj.mk
Laiturit	565 m x 20.000 mk/m	11,30
Maa-alue	565 m x 600 m <sup>2</sup> /m x 45 mk/m <sup>2</sup>	15,26
Varastot	43.350 m <sup>2</sup> x 250 mk/m <sup>2</sup>	10,84
		37,30

Investointikustannukset  $\frac{7,26}{100} \times 37,30 = 2,71 \text{ milj.mk/v}.$

Esitetyllä tavalla laskien saadaan investointikustannuksiksi vaihtoehtojen:

Vaihtoehto	1969 milj.mk/v	1980
0	-	-
1	2,71	3,34
2	4,01	4,64
3	0,12	0,84
4	0,18	3,34
5	1,48	4,64
6	-	0,84
7	-	-
8		3,43

Varakapasiteettikustannuksia syntyy kun varaudutaan maitse kuljetuksiin keskimäärin joka kymmenes vuosi esiintyvän niin ankaran talven takia, että pohjoisiin satamiin ei pystytä liikennöimään. Kustannuksiin luetetaan tarvittavan rautatiekaluston pääomakustannukset.

Jos talvella 1969 viety selluloosa ja yksikkötavara olisi kuljetettu rautateitse puoleksi Hankoon ja puoleksi Poriin, olisivat rautatiekaluston varakapasiteettikustannukset olleet 3,02 milj.mk vaihtoehtoissa 3 ja 6 ja 5,09 milj.mk vaihtoehdossa 7.

Kun otetaan lisäksi huomioon jäänmurtaja-, jäävaurio- ja aluskustannusten pieneminen sekä maakuljetuskustannukset ja jaetaan nämä kymmenelle vuodelle, saadaan em. vaihtoehtojen ankaraan talveen varautumisen koko-

1) Tarvittava lisäkapasiteetti

naiskustannuksiksi:

	Vaihtoehto			
	3 ja 6		7	
	Lisäkus- tannukset	Keskimää- räiskust.	Lisäkus- tannukset	Keskimää- räiskust.
	milj.mk/v			
1969	4,03	4,71	4,50	5,50
1980	5,54	6,55	6,50	7,93

Laskelmaan ei sisälly siirtyvien tavaramäärien mahdollisesti aiheuttamia eteläisten satamien varakapasiteettikustannuksia eikä työvoiman siirrosta tms. ehkä aiheutuvia lisäkustannuksia.

Ankarana talvena eteläisten vaihtoehtojen jäänmurtaja-, jäävaurio- ja aluskustannukset kasvavat, mikä on huomattava kustannuksia tarkasteltaessa. Kustannusten kasvu on eri vaihtoehtoissa:

	Vaihtoehto		
	1 ja 4	2 ja 5	8
	milj.mk/v		
1969	0,80	0,86	
1980	1,11	1,10	0,78

Tällöin saadaan eri vaihtoehtojen ankaraan talveen varautumiskustannuksiksi:

Vaihtoehto	1969		1980	
	Lisäkus- tannukset	Keskimää- räiskust.	Lisäkus- tannukset	Keskimää- räiskust.
	milj.mk/v			
1		0,80		1,11
2		0,86		1,10
3	4,03	4,71	5,54	6,55
4		0,80		1,11
5		0,86		1,10
6	4,03	4,71	5,54	6,55
7	4,50	5,50	6,50	7,93
8				0,78

#### 6.1.4 Kokonaiskustannukset

Kokonaiskustannukset eri vaihtoehtoissa vuosina 1969 ja 1980 on esitetty taulukoissa 81-84 erikseen lisä- ja keskimääräiskustannusten mukaan (vrt. myös kuvia 54 ka 55).



Taulukko 81. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset v. 1969 lisäkustannuksilla laskettuna ja jäänmurtaajien avustusmäärän ollessa 3000/9000 t ja avustusnopeuden 8 solmua

Kustannustekijä	Vaihtoehto							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	milj. mk/v							
Maakuljetus	14,45	30,24	26,01	17,70	14,97	13,39	9,82	8,10
Terminaalit	43,53	44,36	44,30	44,06	43,17	43,17	43,09	42,96
Merikuljetus	88,74	74,75	75,73	79,66	80,92	81,12	82,08	82,73
Jäänmurtaajat	6,52	1,86	3,15	8,86	3,48	4,69	10,06	17,27
Jäävauriot	2,19	0,75	1,26	2,98	1,82	2,33	3,59	4,06
Varakapasiteetit	-	0,80	0,86	4,03	0,80	0,86	4,03	4,50
Satamainvestoinnit	-	2,71	4,01	0,12	0,18	1,48	-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>155,43</b>	<b>155,47</b>	<b>155,32</b>	<b>157,41</b>	<b>145,34</b>	<b>147,04</b>	<b>152,67</b>	<b>159,62</b>
Edullisuusjärjestys	V	VI	IV	VII	I	II	III	VIII
Ero minimistä, %	6,9	7,0	6,9	8,3	0	1,2	5,0	9,8

Taulukko 82. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset v. 1969 herkkyyystarkasteluna ts. keskimääräiskustannuksin laskettuna ja jäänmurtaajien avustusmäärän ollessa 3.000/9.000 t ja avustusnopeuden 8 solmua

Kustannustekijä	Vaihtoehto							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	milj. mk/v							
Maakuljetus	20,69	44,63	37,99	26,16	23,45	20,26	13,83	11,00
Terminaalit	43,53	44,36	44,30	44,06	43,17	43,17	43,09	42,96
Merikuljetus	94,06	79,24	80,27	84,44	85,78	85,99	87,00	87,69
Jäänmurtaajat	6,68	1,91	3,23	9,08	3,57	4,81	10,31	17,70
Jäävauriot	2,23	0,77	1,29	3,04	1,86	2,38	3,66	4,14
Varakapasiteetit	-	0,80	0,86	4,71	0,80	0,86	4,71	5,50
Satamainvestoinnit	-	2,71	4,01	0,12	0,18	1,48	-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>167,19</b>	<b>174,42</b>	<b>171,95</b>	<b>171,61</b>	<b>158,81</b>	<b>158,95</b>	<b>162,60</b>	<b>168,99</b>
Edullisuusjärjestys	IV	VIII	VII	VI	I	II	III	V
Ero minimistä, %	5,3	9,8	8,3	8,1	0	0,1	2,4	6,4

MILJ.MK/v

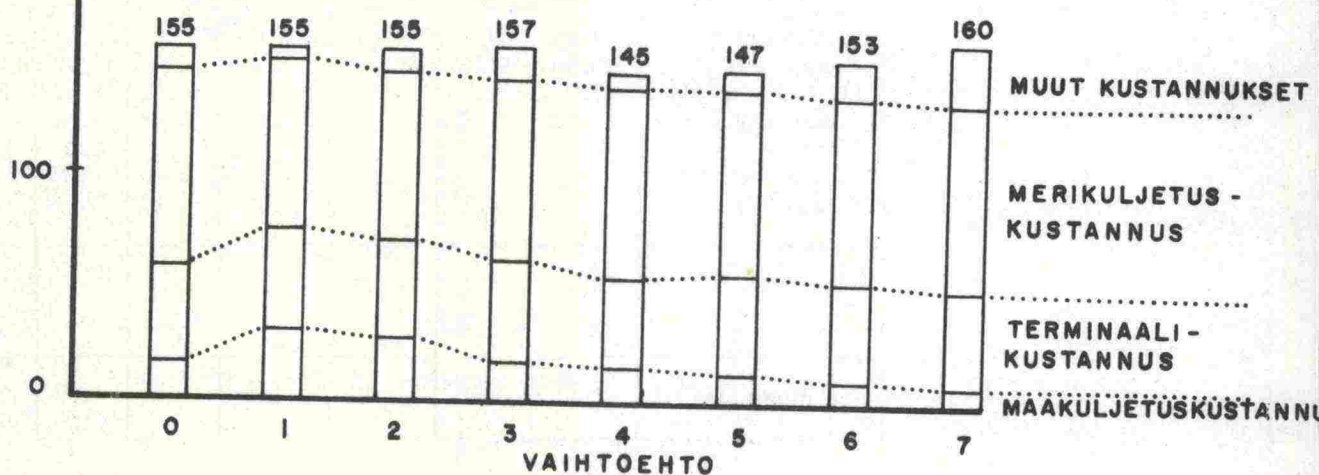
300

200

100

0

## LISÄKUSTANNUKSILLA



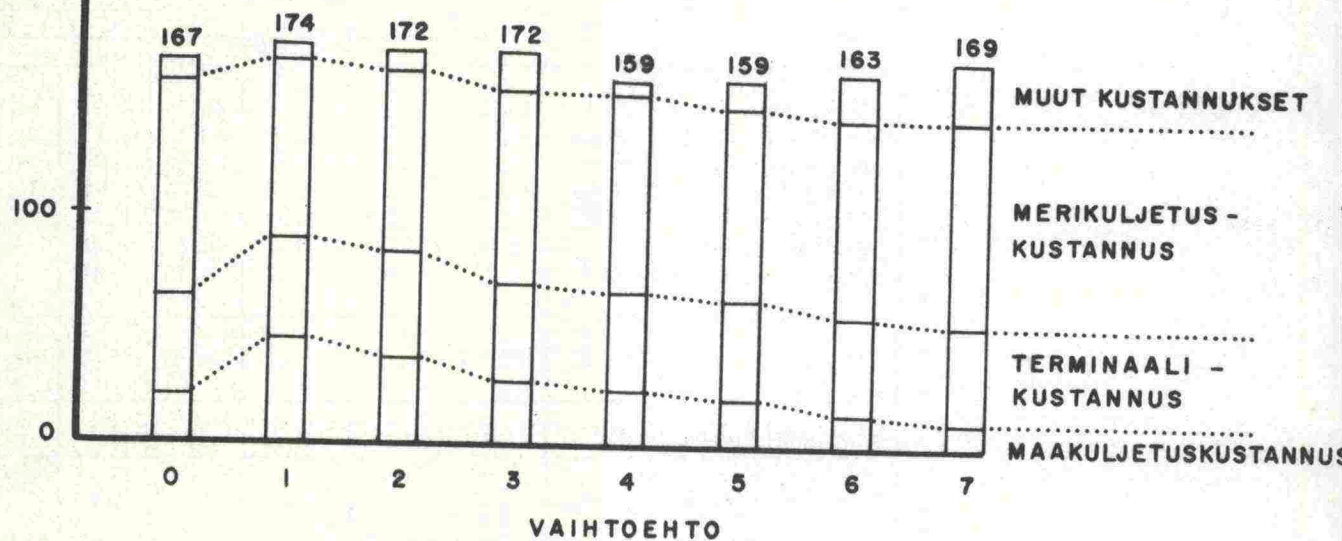
MILJ.MK

300

200

100

0

KESKIMÄÄRÄISKUSTANNUKSILLA  
HERKKYYSTARKASTELUNA

KUVA 54. VAIHTOEHTOJEN KOKONAIS-  
KUSTANNUKSET V. 1969



Taulukko 83. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset v. 1980 lisäkustannuksilla laskettuna jäänmurtaajien avustusmäärän ollessa 6000/12000 t (0-vaihtoehto 3000/9000 t) ja nopeuden 10 solmua (0-vaihtoehto 8 s)<sup>1)</sup>

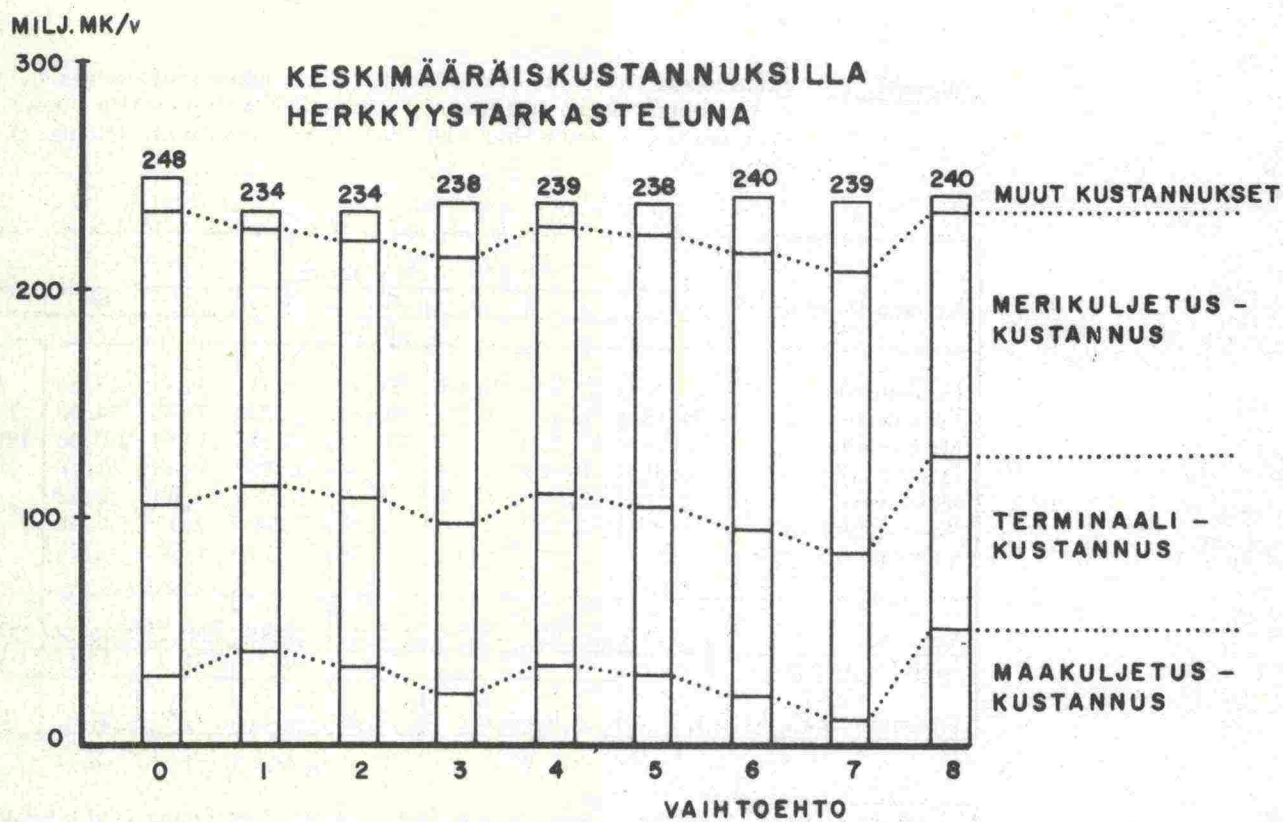
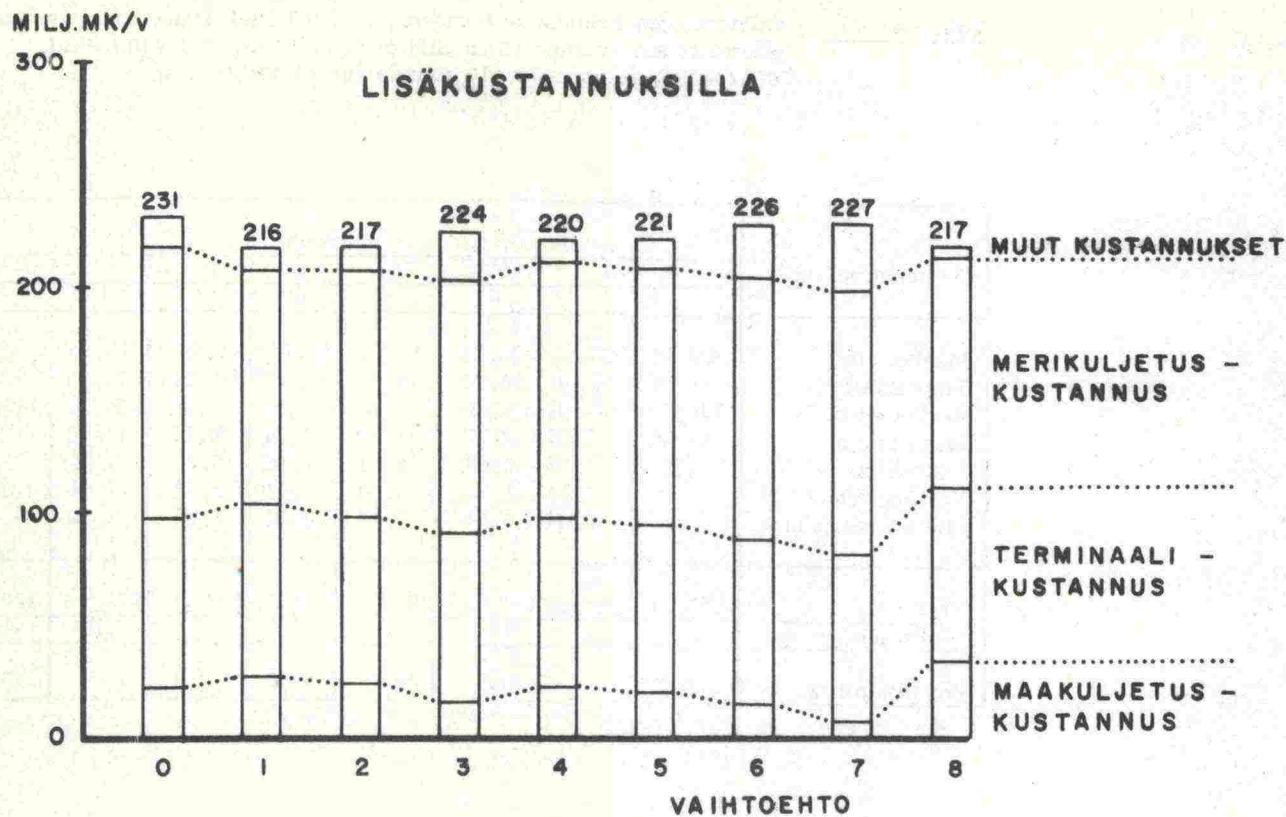
Kustannustekijä	Vaihtoehto								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	milj. mk/v								
Maakuljetus	20,99	27,06	23,44	15,30	22,53	19,76	13,64	7,21	34,87
Terminaalit	74,86	75,05	75,02	74,55	74,23	74,22	74,03	73,49	75,04
Merikuljetus	120,75	104,99	106,34	111,67	111,80	112,30	114,21	115,53	101,88
Jäänmurtaajat	10,42	2,52	3,81	10,41	3,74	4,96	11,28	17,08	1,12
Jäävauriot	4,07	1,59	2,67	5,81	2,82	3,95	6,55	7,48	0,78
Varakapasiteetit	-	1,11	1,10	5,54	1,11	1,10	5,54	6,50	0,78
Satamainvestoinnit	-	3,34	4,64	0,84	3,34	4,64	0,84	-	3,43
Yhteensä	231,09	215,66	217,02	224,12	219,57	220,93	226,09	227,29	217,40
Edullisuusjärjestys	IX	I	II	VI	IV	V	VII	VIII	III
Ero minimistä, %	7,2	0	0,6	3,9	1,8	2,4	4,8	5,4	0,9

Taulukko 84. Vaihtoehtojen kokonaiskustannukset v. 1980 herkkyystarkasteluna ts. keskimääräiskustannuksilla laskettuna jäänmurtaajien avustusmäärän ollessa 6000/12000 t (0-vaihtoehto 3000/9000 t) ja nopeuden 10 solmua (0-vaihtoehto 8 s)<sup>2)</sup>

Kustannustekijä	Vaihtoehto								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	milj. mk/v								
Maakuljetus	29,89	39,24	33,68	21,49	34,71	30,00	19,84	9,63	50,98
Terminaalit	74,86	75,05	75,02	74,55	74,23	74,22	74,03	73,49	75,04
Merikuljetus	128,00	111,29	112,72	118,37	118,51	119,04	121,06	122,46	107,46
Jäänmurtaajat	10,68	2,58	3,91	10,67	3,83	5,08	11,56	17,51	1,15
Jäävauriot	4,15	1,62	2,72	5,93	2,88	4,03	6,68	7,63	0,80
Varakapasiteetit	-	1,11	1,10	6,55	1,11	1,10	6,55	7,93	0,78
Satamainvestoinnit	-	3,34	4,64	0,84	3,34	4,64	0,84	-	3,43
Yhteensä	247,58	234,23	233,79	238,40	238,81	238,11	240,56	238,65	239,64
Edullisuusjärjestys	IX	II	I	IV	V	III	VIII	VI	VII
Ero minimistä, %	5,9	0,2	0	2,0	2,1	1,8	2,9	2,1	2,5

1) Herkkyystarkastelu jäänmurtaaja-avustuksella 9.000/15.000 t ei muuta edullisuusjärjestystä.

2) Herkkyystarkastelussa jäänmurtaaja-avustuksella 9.000/15.000 t tulee III edullisuussijalle vaihtoehto 7 (ero minimistä 1,0 %), V sijalle vaihtoehto 5, VI sijalle vaihtoehto 4, VII sijalle vaihtoehto 6 ja VIII sijalle vaihtoehto 8. Muut sijat säilyvät.



**KUVA 55. VAIHTOEHTOJEN KOKONAIS-  
KUSTANNUKSET V. 1980**



## 6.2 Suunnittelumallin tulokset

### 6.2.1 Mallin rakenne ja tavaravirrat

Pohjois-Suomen satamatoimikunnan toimeksiannosta valtion tietokonekeskuksen rakentama lineaariseen ohjelmointiin perustuva suunnittelumalli<sup>1)</sup> kuvaa karkealla tasolla Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetustoimintoja. Suunnittelumallin pyrkimyksenä on valita tavaralle se kuljetusreitti, joka minimoi yhteiskuntataloudelliset kokonaiskuljetuskustannukset. Malli suorittaa valinnan maa- ja merikuljetusvaihtoehtojen välillä annettuja lähtötietoja käyttäen. Tärkeimmät niistä ovat kustannuskertoimia. Mallin kohdevuosina on käytetty vuosia 1969 ja 1980<sup>2)</sup>.

Mallin tarkasteluajanjakso on jaettu kolmeen liikenteellisesti erilaiseen kauteen, jotka ovat: avovesikausi (1.5.-31.12 = 8 kk), välikausi (1.1.-15.1. ja 16.4.-30.4. = 1 kk) ja talvikausi (16.1.-15.4. = 3 kk).

Pohjois-Suomi on jaettu kahteentoista eri tuotanto- ja kulutuspisteeseen, joista seitsemän sijaitsee sataman yhteydessä. Pisteiden valintaan on vaikuttanut tuotannon painottuminen ja liikenneverkon rakenne. Satamia tarkastelussa on kymmenen: Kemi, Oulu, Raase, Kokkola, Pietarsaari, Vaasa, Kaskinen, Pori, Hanko ja Kotka. Ulkomaat on ryhmitelty kahdeksaksi alueeksi.

Annettuina tekijöinä mallissa ovat tuotantoalueiden ja määräm maiden väliset tavaravirrat (vrt. VTKK:n raportti).

Tavaravirrat perustuvat yrityshaastatteluun, josta saatuja tietoja on täydennetty eri lähteistä (mm. Suomen Sahanomistajainyhdistyksestä ja Suomen sahat ry:stä).

Vientitavara on jaettu kolmeen ryhmään: selluloosaan, muuhun yksikkötavaraan ja joukkotavaraan. Tuonti käsittää vain joukkotavaraa. Nestemäisiä polttoaineita ja kotimaan rannikkoliikennettä ei ole sisällytetty tavaravirtoihin.

Selluloosan vientimäärät eri kausina v. 1969 ovat tehtaiden ilmoitusten mukaiset. Muilta osin tavaravirtojen jako eri kausille perustuu v. 1969 seuraaviin oletuksiin: Sahatavaraa ja malmeja kuljetetaan vain avovesikaudella. Muu vienti kuljetetaan tasaisesti ympäri vuoden. Tuonnista vain lannoitteita ja sokeria kuljetetaan myös väli- ja talvikaudella. Vuonna 1980 myös selluloosan vienti tapahtuu tasaisesti ympäri vuoden. Sahatavaraa viedään jonkin verran myös väli- ja talvikaudella (6,25 ja 12,5 % koko vuoden viennistä). Muiden tuotteiden osalta jako eri kausille pysyy muuttumattomana.

Kokonaistavaramäärä, joka v. 1969 on 4,4 milj.t ja 5,5 milj.t v. 1980, jakaantuu kuukausittain eri kausina (taul. 85 - 87 ):

1) Suunnittelumallia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin liitteessä Pohjois-Suomen satamatutkimuksen suunnittelumallit.

2) Kohdevuosien talvet on oletettu normaaleiksi.



Taulukko 85. Suunnittelumallissa käsitellyt Pohjois-Suomen tavaravirrat kausittain ja kuukausittain

Tavara	1969			1980		
	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi
	1.000 t/kk					
Yksikkötavara ja selluloosa	258,5	178,8	121,4	287,2	265,0	249,0
Joukkotavara	214,0	17,7	17,5	251,8	45,0	30,0
Yhteensä	472,5	196,5	138,9	539,0	310,0	279,0

Taulukko 86. Kuljetetut tavaramäärät alueittain vuoden 1969 vaihtoehtoissa.

Tuotanto- alue	Yksikkötavara ja selluloosa			Joukkotavara, vientä ja tuonti			Yhteensä			Kaik- kiaan
	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	
	1.000t									
Kemijärvi	98	10	17	-	-	-	98	10	17	125
Lappi	643	66	129	106	2	6	749	68	135	952
Oulu	420	36	72	196	4	12	616	40	84	740
Kainuu	199	20	45	216	-	-	415	20	45	480
Raahe	274	15	28	641	-	1	915	15	29	959
Ylivieska	6	-	-	73	-	-	79	-	-	79
Iisalmi	42	5	-	-	-	-	42	5	-	47
Kokkola	16	1	2	410	6	18	426	7	20	453
Pietarsaari	226	25	67	8	-	-	234	25	67	326
Seinäjoki	72	1	2	3	-	-	75	1	2	78
Vaasa	3	-	1	56	5	16	59	5	17	81
Kaskinen	69	1	1	3	-	-	72	1	1	74
Yhteensä	2068	180	364	1712	17	53	3780	197	417	4394

Taulukko 87. Kuljetettavat tavaramäärät alueittain vuoden 1980 vaihtoehtoissa

Tuotanto- alue	Yksikkötavara ja selluloosa			Joukkotavara, vientä ja tuonti			Yhteensä			Kaik- kiaan
	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	Avovesi- kausi	Väli- kausi	Talvi- kausi	
	1.000 t									
Kemijärvi	90	12	34	—	-	—	90	12	34	136
Lappi	642	75	214	146	3	6	788	78	220	1086
Oulu	345	38	108	315	10	18	660	48	126	834
Kainuu	276	33	93	172	2	3	448	35	96	579
Raahe	400	50	150	882	6	12	1282	56	162	1500
Ylivieska	4	1	-	50	-	-	54	1	-	55
Iisalmi	50	4	7	-	-	-	50	4	7	61
Kokkola	65	8	23	373	18	36	438	26	59	523
Pietarsaari	304	34	97	10	-	-	314	34	97	445
Seinäjäki	62	6	12	4	1	1	66	7	13	86
Vaasa	7	1	3	60	6	14	67	7	17	91
Kaskinen	56	5	10	4	-	-	60	5	10	75
Yhteensä	2301	267	751	2016	46	90	4317	313	841	5471



Yksikkötavaran ja selluloosan kuljetustarve tasoittuu siirryttäessä vuoteen 1980. Talvikautena tämä merkitsee kaksinkertaista määrää v. 1980, verrattuna vuoden 1969 kuljetustarpeeseen.

Kuljetuksiin käytettyjen alusten koko riippuu määrämaasta ja tavararyhmästä. Joukkotavara kuljetetaan eri aluksissa kuin selluloosa ja yksikkötavara. Aluskustannukset lasketaan mallissa Suomesta Gotska Sandön kohdalle, koska laivan kulku tästä eteenpäin on riippumaton siitä, missä satamassa alus on käynyt, ts. kustannukset eivät tästä eteenpäin muutu.

Liikennevirtojen kululle on mallissa asetettu ennalta eräitä rajoituksia. Niinpä Raahen tuotantoalueen tavarat on ratkaisuihin avovesikaudella pakotettu laivattavaksi Raahesta, selluloosan laivausta Raahesta ei mallissa sallita eikä joukkotavaran laivaus Kaskisten kautta v. 1969 ole mahdollista.

Satamakapasiteetit on määritelty malliin vuoden 1969 vaihtoehdoissa Porin pohjoispuolella sijaitseville satamille. Pietarsaaren ja Kaskisten satamissa kapasiteettiraja tulee ensinnä vastaan. Vuodelle 1980 ei kapasiteettirajoituksia ole asetettu.

Kustannusten käsittelyssä on sovellettu käytäntöä, jonka mukaan tarkastelu rajoittuu kustannuseroihin. Eri vaihtoehdoissa samoina pysyvät kustannukset on jätetty epäoleellisina pois. Rautatie- ja satamakustannukset on jaettu kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin siten, että ko. resurssin maksimikäyttökausi mitoittaa kiinteän kustannusosuuden suuruuden. Kummassakin tapauksessa malli pyrkii tasoittamaan ko. kustannuskohteen resurssitarpeen vaihtelut eri vuodenaikoina, ts. minimoimaan sen kustannukset. Muilla liikenne-muodoilla käytetään vain muuttuvia kustannuksia, jolloin yksinomaan resurssin todellinen käyttö mitoittaa kustannukset. Jäänmurtaajien korkokustannukset on kuitenkin kohdistettu pelkästään talvikaudelle. Mallin kausijaon vuoksi jäissäkulusta joulun- ja tammikuussa aiheutuvat kustannukset jakautuvat koko avovesikaudelle.

## 6.2.2 Liikenteen sijoittuminen

Liikenteen sijoittumistaulukoissa on kausi 1 = avovesi-kausi (8 kk), kausi 2 = välikausi (1 kk) ja kausi 3 = talvikausi (3 kk). Linjoitus tarkoittaa menettelyä, jossa liikennettä pyritään keskittämään lisäämällä useissa satamissa käyville aluksille kierteystä aiheutuvat lisäkustannukset (pitempi satamassaoloaika). Mikäli linjoituslisien asettelu suoritetaan (kuten vuoden 1969 ratkaisussa) lähtien valmiista optimiratkaisusta on sen vaikutus sijoitteluun ja kokonaiskustannuksiin suhteellisen vähäinen.

Lisäkustannuksien ja herkkyystarkasteluna keskimääräiskustannuksien on liikenteen sijoittuminen v. 1969 (taul. 88 ):



Taulukko 88: Satamien liikennemäärät v. 1969 lisäkustannuksilla, jäänmurtajien avustusmäärä 3000/9000 t ja avustusnopeus 8 solmua ja vastaava herkkyytarkastelu keskimääräis-kustannuksilla, ratkaisut linjoittamattomina, mutta alusten satamakiertelylisät ovat mukana.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksin					Keskimääräiskustannuksin				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.	Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.
		1.000 t									
Kemi	1	132	309	17	89	547	320	309	17	89	735
	2	-	20	-	-	20	-	45	-	-	45
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	132	329	17	89	567	320	354	17	89	780
Oulu	1	15	256	25	171	467	134	256	148	242	780
	2	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	15	256	25	171	467	134	260	148	242	784
Raahe	1	274	-	-	641	915	274	-	-	641	915
	2	15	-	-	-	15	15	-	-	-	15
	3	-	-	-	-	-	28	-	-	-	28
	yht.	289	-	-	641	930	317	-	-	641	958
Kokkola	1	17	-	340	274	631	17	-	277	226	520
	2	1	2	2	7	12	1	2	1	6	10
	3	-	-	-	-	-	-	6	4	14	24
	yht.	18	2	342	281	643	18	8	282	246	554
Pietarsaari	1	106	120	25	8	259	106	120	3	8	237
	2	8	20	3	1	32	8	20	-	-	28
	3	-	-	-	-	-	26	54	1	3	84
	yht.	114	140	28	9	291	140	194	4	11	349
Vaasa	1	3	-	18	44	65	3	-	18	44	65
	2	-	-	2	3	5	-	-	2	3	5
	3	1	-	7	9	17	1	-	7	9	17
	yht.	4	-	27	56	87	4	-	27	56	87
Kaskinen	1	75	98	-	-	173	228	98	-	-	326
	2	1	21	-	-	22	21	34	-	-	55
	3	1	64	-	-	65	36	129	-	-	165
	yht.	77	183	-	-	260	285	261	-	-	546
Pori	1	542	4	37	23	606	104	-	-	-	104
	2	38	47	-	-	85	13	-	3	2	18
	3	128	126	14	23	291	39	-	9	5	63
	yht.	708	177	51	46	982	156	-	12	7	175
Hanko	1	60	-	-	-	60	7	-	-	-	7
	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
	3	23	-	-	-	23	-	-	-	-	-
	yht.	83	-	-	-	83	8	-	-	-	8
Kotka	1	-	60	-	-	60	31	64	-	-	95
	2	-	8	-	-	8	3	12	-	-	15
	3	2	20	-	-	22	25	20	-	-	45
	yht.	2	88	-	-	90	59	96	-	-	155
Yhteensä	1	1224	847	462	1250	3783	1224	847	463	1250	3784
	2	63	118	7	11	199	62	117	6	11	196
	3	155	210	21	32	418	155	209	21	31	416
	yht.	1442	1175	490	1293	4400	1441	1173	490	1292	4396

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisä- ja keskimääräiskustannuksin Kaskisten, Pori/Rauman ja Turku/Hanko/Helsingin satamiin seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin			Keskimääräiskustannuksin		
	Yks. tavara	Joukko-tavara	Yhteensä	Yks. tavara	Joukko-tavara	Yhteensä
	%					
Avovesikausi	38	4	22	21	0	12
Välikausi	59	0	54	39	29	38
Talvikausi	94	70	91	56	27	52
Käikkiaan	47	5	30	27	1	17



Vuonna 1980 sijoittuu liikenne lisäkustannuksilla ja herkkyy-  
tarkasteluna keskimääräiskustannuksilla laskien seuraavasti  
(taul. 89):

Taulukko 89: Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla, jäänmurtajien avustusmäärä  
6000/12000 t ja avustusnopeus 10 solmua ja vastaava herkkyytarkastelu keski-  
määräiskustannuksilla, ratkaisut linjoittamattomina.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksin					Keskimääräiskustannuksin				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.	Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.
1.000 t											
Kemi	1	-	-	36	110	146	527	99	36	110	772
	2	-	-	-	-	-	61	18	3	-	82
	3	-	-	-	-	-	168	67	2	-	237
	yht.	-	-	36	110	146	756	184	41	110	1091
Oulu	1	-	-	88	180	268	149	154	88	227	618
	2	-	-	-	-	-	-	12	1	-	13
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	-	-	88	180	268	149	166	89	227	631
Raahe	1	400	-	-	882	1282	400	-	-	882	1282
	2	16	-	-	2	18	50	-	-	6	56
	3	-	-	-	-	-	150	-	-	12	162
	yht.	416	-	-	884	1300	600	-	-	900	1500
Kokkola	1	-	-	187	320	507	65	-	245	350	660
	2	-	-	16	8	24	8	1	21	12	42
	3	-	-	-	-	-	23	1	16	20	60
	yht.	-	-	203	328	531	96	2	282	382	762
Pietarsaari	1	132	116	-	10	258	188	116	-	10	314
	2	17	15	-	-	32	19	19	-	1	39
	3	50	44	-	-	94	53	49	-	-	102
	yht.	199	175	-	10	384	260	184	-	11	455
Vaasa	1	7	-	14	46	67	7	-	14	46	67
	2	1	-	2	4	7	1	-	2	4	7
	3	3	-	4	10	17	3	-	4	10	17
	yht.	11	-	20	60	91	11	-	20	60	91
Kaskinen	1	823	335	58	77	1293	246	84	8	-	338
	2	109	36	11	11	167	37	8	4	2	51
	3	341	93	33	33	500	82	53	15	8	158
	yht.	1273	464	102	121	1960	365	145	27	10	547
Pori	1	185	37	-	-	222	-	-	-	-	-
	2	29	11	-	-	40	-	-	-	-	-
	3	85	34	-	7	126	-	-	-	-	-
	yht.	299	82	-	7	388	-	-	-	-	-
Hanko	1	239	-	-	-	239	-	-	-	-	-
	2	29	1	-	-	30	-	-	-	-	-
	3	77	13	-	-	90	-	-	-	-	-
	yht.	345	14	-	-	359	-	-	-	-	-
Kotka	1	-	26	8	-	34	204	61	-	-	265
	2	-	3	1	-	4	25	8	-	-	33
	3	-	10	3	-	13	77	23	3	-	103
	yht.	-	39	12	-	51	306	92	3	-	401
Yhteensä	1	1786	514	391	1625	4316	1786	514	391	1625	4316
	2	201	66	30	25	322	201	66	31	25	323
	3	556	194	40	50	840	556	193	40	50	839
	yht.	2543	774	461	1700	5478	2543	773	462	1700	5478

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisäkustannuksilla Kaskisten, Pori/Rauman ja Turku/  
Hanko/Helsingin satamiin sekä keskimääräiskustannuksilla Kaskisten satamaan seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin			Keskimääräiskustannuksin		
	Yks. tavara	Joukko- tavara	Yhteensä	Yks. tavara	Joukko- tavara	Yhteensä
	Selluloosa			Selluloosa		
	%					
Avovesikausi	70	7	41	10	0	8
Välikausi	81	40	74	17	11	16
Talvikausi	86	81	85	18	26	19
Kaikkiaan	75	11	49	15	2	10



Jos radan ja laitteiden uusimis- ja parantamisinvestointien pääomakustannuksena vuoden liikennehuipusta riippuvaan kiinteään kustannukseen lisätään 0,6 p/tkm, sijoittuu liikenne v. 1980 lisä- ja keskimääräiskustannuksilla seuraavasti (taul. 90):

**Taulukko 90 :** Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla, lisättynä 0,6 p/tkm radan ja laitteiden kiinteää pääomakustannusta, jäänmurtajien avustusmäärä 6000/12000 t ja avustusnopeus 10 solmua ja vastaava herkkyytstarkastelu keskimääräiskustannuksilla, ratkaisut linjoittamattomina.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksin					Keskimääräiskustannuksin				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.	Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.
		1.000 t									
Kemi	1	527	93	36	110	766	549	183	36	110	878
	2	58	15	1	-	74	63	24	3	-	90
	3	122	62	-	-	184	179	69	6	-	254
	yht.	707	170	37	110	1024	791	276	45	110	1222
Oulu	1	17	154	88	227	486	191	154	132	317	794
	2	-	1	-	-	1	7	19	-	-	26
	3	-	-	-	-	-	-	42	-	-	42
	yht.	17	155	88	227	487	198	215	132	317	862
Raahe	1	400	-	-	882	1282	400	-	7	882	1289
	2	50	-	-	6	56	50	-	-	6	56
	3	150	-	-	12	162	150	-	3	20	173
	yht.	600	-	-	900	1500	600	-	10	908	1518
Kokkola	1	65	-	202	329	596	69	61	193	260	583
	2	8	1	21	11	41	12	4	24	14	54
	3	23	1	14	20	58	33	16	23	20	92
	yht.	96	2	237	360	695	114	81	240	294	729
Pietarsaari	1	188	116	-	10	314	188	116	-	10	314
	2	19	19	-	1	39	24	15	-	1	40
	3	53	49	-	-	102	71	44	-	-	115
	yht.	260	184	-	11	455	283	175	-	11	469
Vaasa	1	7	-	14	46	67	7	-	16	46	69
	2	1	-	2	4	7	1	-	2	4	7
	3	3	-	4	10	17	3	-	4	10	17
	yht.	11	-	20	60	91	11	-	22	60	93
Kaskinen	1	379	90	50	21	540	118	-	5	-	123
	2	39	22	6	3	70	15	-	1	-	16
	3	128	58	19	8	213	44	-	1	-	45
	yht.	546	170	75	32	823	177	-	7	-	184
Pori	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hanko	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kotka	1	204	61	-	-	265	264	-	-	-	264
	2	25	8	-	-	33	29	4	-	-	37
	3	77	23	3	-	103	77	23	3	-	103
	yht.	306	92	3	-	401	370	27	3	-	404
Yhteensä	1	1787	514	390	1625	4316	1786	514	389	1625	4314
	2	200	66	30	25	321	201	66	30	25	322
	3	556	193	40	50	839	557	194	40	50	841
	yht.	2543	773	460	1700	5476	2544	774	459	1700	5477

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisä- ja keskimääräiskustannuksilla Kaskisten satamaan seuraavat osuudet;

	Lisäkustannuksin			Keskimääräiskustannuksin		
	Yks.tavara	Joukko-tavara	Yhteensä	Yks.tavara	Joukko-tavara	Yhteensä
	Selluloosa			Selluloosa		
	%					
Avovesikausi	20	4	13	5	0	3
Välikausi	23	16	22	6	2	5
Talvikausi	25	30	25	6	1	5
Kaikkiaan	22	5	15	5	0	3



Jos radan ja laitteiden uusimis- ja parantamisinvestointeja ei oleteta tarvittavan eli suoritetaan vähennys 0,6 p/tkm, saadaan vuoden 1980 ratkaisuksi (taul. 91):

**Taulukko 91:** Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla, vähennettynä 0,6 p/tkm radan ja laitteiden kiinteän pääomakustannusta, jäänmurtajien avustusmäärä 6000/12000 t, avustusnopeus 10 solmua ja vastaava herkkyytarkastelu keskimääräiskustannuksilla, ratkaisut linjoittamattomina.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksin					Keskimääräiskustannuksin				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.	Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.
1.000 t											
Kemi	1	-	-	31	110	141	-	24	36	110	160
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	-	-	31	110	141	-	24	36	110	160
Oulu	1	-	-	50	151	201	-	-	88	227	315
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	yht.	-	-	50	151	201	-	-	88	227	315
Raahe	1	400	-	-	882	1.282	400	-	-	882	1.282
	2	7	-	-	3	10	16	-	-	6	22
	3	-	-	-	-	-	6	-	-	12	18
	yht.	407	-	-	885	1.292	422	-	-	900	1.322
Kokkola	1	-	-	195	320	515	3	-	195	320	518
	2	-	-	15	8	23	-	-	18	10	28
	3	-	-	-	-	-	1	-	6	13	20
	yht.	-	-	210	328	538	4	-	219	343	566
Pietarsaari	1	-	72	-	10	82	180	116	-	10	306
	2	-	9	-	-	9	19	18	-	-	37
	3	-	-	-	-	-	53	44	-	-	97
	yht.	-	81	-	10	91	252	178	-	10	440
Vaasa	1	-	-	14	46	60	7	-	14	46	67
	2	-	-	2	4	6	1	-	2	4	7
	3	-	-	3	10	13	3	-	4	10	17
	yht.	-	-	19	60	79	11	-	20	60	91
Kaskinen	1	-	25	8	-	33	826	358	58	30	1.272
	2	3	-	1	-	4	129	31	9	5	174
	3	10	-	-	-	10	387	93	27	15	522
	yht.	13	25	9	-	47	1.342	482	94	50	1.968
Pori	1	1.053	355	92	76	1.576	166	-	-	-	166
	2	137	48	12	10	207	12	9	-	-	21
	3	384	170	35	29	618	29	34	-	-	63
	yht.	1.574	573	139	115	2.401	207	43	-	-	250
Hanko	1	232	61	-	30	423	204	-	-	-	204
	2	53	8	1	-	62	23	-	-	-	23
	3	162	23	3	11	199	77	-	-	-	77
	yht.	547	92	4	41	684	304	-	-	-	304
Kotka	1	-	-	-	-	-	-	26	-	-	26
	2	-	-	-	-	-	-	8	1	-	9
	3	-	-	-	-	-	-	23	3	-	26
	yht.	-	-	-	-	-	-	57	4	-	61
Yhteensä	1	1.785	513	390	1.625	4.313	1.786	514	391	1.625	4.316
	2	200	65	31	25	321	200	66	30	25	321
	3	556	193	41	50	840	556	194	40	50	840
	yht.	2.541	771	462	1.700	5.474	2.542	774	461	1.700	5.477

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisä- ja keskimääräiskustannuksilla Kaskisten, Porin/Rauman ja Turku/Hanko/Helsingin satamiin seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin			Keskimääräiskustannuksin		
	Yks. tavara	Joukko-tavara	Yhteensä	Yks. tavara	Joukko-tavara	Yhteensä
	Selluloosa			Selluloosa		
	%					
Avovesikausi	79	10	47	68	5	38
Välikausi	94	43	85	77	25	68
Talvikausi	100	86	98	83	47	79
Kaikkiaan	85	14	57	72	7	46



Jos jäävauriokustannukset ovat vain 50 % laskelmissa käytetyis sijoittuu liikenne v. 1980 lisäkustannuksilla seuraavasti (taulukko 92):

**Taulukko 92.** Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla, jäävauriokustannuksia alennettu 50 % jäänmurtajien avustusmäärä 6.000/12.000 t ja avustusnopeus 10 solmua. Ratkaisu on linjoittamaton.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksilla				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yht.
		1000 t				
Kemi	1	-	28	36	110	174
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	28	36	110	174
Oulu	1	-	17	88	227	332
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	17	88	227	332
Raahe	1	400	-	-	882	1.282
	2	29	-	-	6	35
	3	53	-	-	12	65
	Yht.	482	-	-	900	1.382
Kokkola	1	57	-	187	320	564
	2	7	-	20	10	37
	3	21	-	5	-	26
	Yht.	85	-	212	330	627
Pietarsaari	1	180	116	-	10	306
	2	19	18	-	1	38
	3	53	44	-	-	97
	Yht.	252	178	-	11	441
Vaasa	1	7	-	14	46	67
	2	1	-	2	4	7
	3	3	-	4	10	17
	Yht.	11	-	20	60	91
Kaskinen	1	849	292	58	30	1.229
	2	109	39	8	4	160
	3	349	93	28	28	498
	Yht.	1.307	424	94	62	1.887
Pori	1	89	-	-	-	89
	2	11	1	-	-	12
	3	-	34	-	-	34
	Yht.	100	35	-	-	135
Hanko	1	192	-	-	-	192
	2	24	-	-	-	24
	3	72	-	-	-	72
	Yht.	288	-	-	-	288
Kotka	1	12	61	8	-	81
	2	1	8	1	-	10
	3	5	23	3	-	31
	Yht.	18	92	12	-	122
Yhteensä	1	1.786	514	391	1.025	4.316
	2	201	66	31	25	327
	3	556	194	40	50	840
	Yht.	2.543	774	462	1.700	5.479

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisäkustannuksilla Kaskisten, Pori/Rauman ja Turku/Hanko/Helsingin satamiin seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin		
	Yks. tavara Selluloosa	Joukkotavara	Yhteensä
	%		
Avovesikausi	62	4	35
Välikausi	69	21	61
Talvikausi	73	62	72
Kaikkiaan	65	7	42



Jos satamien lisäkapasiteettikustannuksina käytetään 2,4 mk/t sataman kapasiteetin ylittävältä selluloosa- ja yksikkötavaramäärältä, sijoittuu liikenne v. 1980 lisäkustannuksilla seuraavasti (taul. 93):

Taulukko 93. Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla satamien lisäkapasiteettikustannuksena 2,4 mk/t kapasiteetin ylittävältä selluloosa- ja yksikkötavaramäärältä. Jäänmurtajien avustusmäärä 6.000/12.000 t ja nopeus 10 solmua. Ratkaisu on linjoittamaton.

Satama	Kausi	Lisäkustannuksilla				
		Yksikkötavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yhteensä
		1000 t				
Kemi	1	-	24	36	110	170
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	24	36	110	170
Oulu	1	-	17	88	227	332
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	17	88	227	332
Raahe	1	400	-	-	882	1.282
	2	32	-	-	4	36
	3	63	-	-	-	63
	Yht.	495	-	-	886	1.381
Kokkola	1	57	-	187	314	558
	2	7	1	16	8	32
	3	21	-	-	-	21
	Yht.	85	1	203	322	611
Pietarsaari	1	180	116	-	10	306
	2	19	18	-	-	37
	3	53	44	-	-	97
	Yht.	252	178	-	10	440
Vaasa	1	7	-	14	46	67
	2	1	-	2	4	7
	3	3	-	4	10	17
	Yht.	11	-	20	60	91
Kaskinen	1	146	295	-	-	441
	2	27	29	-	-	56
	3	73	93	-	-	166
	Yht.	246	417	-	-	663
Pori	1	758	37	58	36	889
	2	86	14	11	9	120
	3	267	34	33	40	374
	Yht.	1.111	85	102	85	1.383
Hanko	1	239	-	-	-	239
	2	29	1	-	-	30
	3	77	13	-	-	90
	Yht.	345	14	-	-	359
Kotka	1	-	26	8	-	34
	2	-	3	1	-	4
	3	-	10	3	-	13
	Yht.	-	39	12	-	51
Yhteensä	1	1.787	515	391	1.625	4.318
	2	201	66	30	25	322
	3	557	194	40	50	841
	Yht.	2.545	775	461	1.700	5.481

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisäkustannuksilla Kaskisten, Pori/Rauman ja Turku/Hanko/Helsingin satamiin seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin		
	Yks. tavara Selluloosa	Joukkotavara	Yhteensä
	%		
Avovesikausi	64	5	36
Välikausi	70	36	64
Talvikausi	74	81	75
Kaikkiaan	67	9	44

Lisäkustannuksilla lasketun herkkyytstarkastelun tulos, kun jäänmurtaajien avustusmäärä on 9.000/15.000 t, on v. 1980 (taul. 94 ):

Taulukko 94 : Satamien liikennemäärät v. 1980 lisäkustannuksilla, jäänmurtaajien avustusmäärä 9.000/15.000 t ja nopeus 10 solmua. Talvikautena Perämerellä tapahtuva avustustoiminta on laskettu Urho-luokan jäänmurtaajakustannuksilla. Ratkaisu on linjoittamaton

Satama	Kausi	Lisäkustannuksilla				
		Yksikkö-tavara	Selluloosa	Vienti-joukkot.	Tuonti-joukkot.	Yhteensä
		1000 t				
Kemi	1	-	24	36	110	170
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	24	36	110	170
Oulu	1	-	6	88	227	321
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	Yht.	-	6	88	227	321
Raahe	1	400	-	-	882	1.282
	2	28	-	-	6	34
	3	61	-	-	12	73
	Yht.	489	-	-	900	1.389
Kokkola	1	57	-	187	320	564
	2	7	1	17	8	33
	3	-	-	3	-	3
	Yht.	64	1	207	328	600
Pietarsaari	1	180	116	-	10	306
	2	19	18	-	-	37
	3	53	44	-	-	97
	Yht.	252	178	-	10	440
Vaasa	1	7	-	14	46	67
	2	1	-	2	4	7
	3	3	-	4	10	17
	Yht.	11	-	20	60	91
Kaskinen	1	802	305	58	30	1.195
	2	108	30	10	7	155
	3	323	93	30	28	474
	Yht.	1.233	428	98	65	1.824
Pori	1	136	2	-	-	138
	2	16	9	-	-	25
	3	40	34	-	-	74
	Yht.	192	45	-	-	237
Hanko	1	204	-	-	-	204
	2	22	-	-	-	22
	3	77	-	-	-	77
	Yht.	303	-	-	-	303
Kotka	1	-	60	8	-	68
	2	-	8	1	-	9
	3	-	23	3	-	26
	Yht.	-	91	12	-	103
Yhteensä	1	1.786	513	391	1.625	4.315
	2	201	66	30	25	322
	3	557	194	40	50	841
	Yht.	2.544	773	461	1.700	5.478

Pohjois-Suomen liikenteestä sijoittuu eri kausina lisäkustannuksilla Kaskisten, Pori/Rauman ja Turku/Hanko/Helsingin satamiin seuraavat osuudet:

	Lisäkustannuksin		
	Yks. tavara Selluloosa	Joukkotavara	Yhteensä
	%		
Avovesikausi	65	4	36
Välikausi	69	31	63
Talvikausi	76	64	74
Kaikkiaan	66	8	43



## 6.2.3

## Suoritteet

Rautatie- ja kuorma-autoliikenteen tkm- ja t-suoritteet liikenteen eri sijoitteluratkaisuissa v. 1969 ja 1980 on esitetty taulukoissa 95 ja 96. Taulukoissa on lisäksi normaalin talven jäänmurtaajien avustustuntimäärät ja jäänmurtaajatarve huippukautena Tarmoluokan jäänmurtaajina.

Taulukko 95 . Vuoden 1969 liikenteen sijoitteluratkaisujen suoritteet ja niiden herkkyystarkastelu

Suoritelaji	Tavara- laji	K a u s i	Lisäk. 3000/ 9000 linjoitettu	Keskim. 3000/ 9000 linjoitettu
VR kausittain, keskim. milj.tkm/ kk		1 2 3	68,5 71,1 71,1	36,4 49,4 49,4
VR yhteensä, milj. tkm	yhteensä yksikköt. selluloosa v. joukkot. t. -"-		832,4 455,0 261,5 69,3 46,6	488,7 209,7 214,2 39,6 25,2
VR kausittain, keskim. 1.000 t/ kk		1 2 3	133 124 133	95 95 95
VR yhteensä, 1.000 t	yhteensä yksikköt. selluloosa v. joukkot. t. -"-		1586 797 452 219 118	1134 436 379 218 101
Keskim. rauta- tiekuljetusmatka, km	yksikköt. selluloosa v. joukkot. t. -"-	1 2 3	515 573 535 571 579 316 395	383 520 520 481 565 182 250
Jäänmurtaajien avus- tustuntimäärä, 1.000 h jäänmurtaajatarve huippukautena, kpl		1 2 3	0,4 0,2 0,7 0,5	0,4 0,3 1,7 1,3
Kuorma-autot, 1.000 tkm	yhteensä yksikköt. selluloosa v. joukkot. t. -"-		7012 3083 2366 419 1144	8695 4416 2566 452 1261

Rautatieliikenteen tkm-suorite lisäkustannuksin lasketussa vaihtoehdossa (talvikauden liikenne pääasiassa Porin kautta, taul. 88) on 0,83 mrd.tkm. Se on n. 0,6 mrd. tkm suurempi v. 1969 toteutuneeseen Pohjois-Suomen rautatieliikenteen suoritteeseen verrattuna. Rautatiekuljetuksen tavaramäärä 1,6 milj.t puolestaan on n. 1 milj.t suurempi kuin vuoden 1969 toteutunut määrä.



Taulukko 96. Vuoden 1980 liikenteen sijoitteluratkaisujen suoritteet ja niiden herkkyystarkastelu

Suoritelaji	Tavara-laji	Kausi	Lisäk. 6000/12000	Keskim. 6000/12000	Lisäk. 6000/12000 +0,6 p/tkm	Keskim. 6000/12000 +0,6 p/tkm	Lisäk. 6000/12000 +0,6 p/tkm	Keskim. 6000/12000 -0,6 p/tkm	Lisäk. 6000/12000 -50 % jäävaurio-kust.	Lisäk. 6000/12000 satama-kapas. lisät.	Lisä 9000/15000
VR kausittain, keskim. milj. tkm/ kk		1	120,4	40,5	50,2	26,7	151,7	113,9	107,4	119,4	109
		2	123,3	40,5	50,2	26,7	158,3	115,1	107,4	120,9	109
		3	123,3	40,5	50,2	26,7	158,3	115,1	107,4	120,9	109
VR yhteensä, milj. tkm	yhteensä		1456,4	486,0	602,9	320,7	1847,3	1374,4	1288,8	1438,5	1319
	yksikköt.		977,5	259,7	345,6	205,9	1217,4	945,2	874,1	982,5	894
	sellul.		341,1	151,2	163,7	65,7	425,7	326,5	307,9	320,1	316
	v. joukk.		52,6	31,5	44,7	20,1	87,3	49,4	50,6	64,0	51
	t. -"-		85,1	43,6	48,9	29,0	116,9	53,3	56,2	71,9	56
VR kausittain, keskim. 1.000 t/ kk		1	239	96	113	88	272	225	208	210	213
		2	236	96	113	80	270	225	205	210	210
		3	239	96	113	77	272	225	208	210	213
VR yhteensä, 1.000 t	yhteensä		2869	1153	1352	1018	3258	2706	2491	2521	2552
	yksikköt.		1902	599	781	517	2120	1838	1641	1638	1682
	sellul.		596	291	302	242	689	582	551	556	566
	v. joukk.		153	130	136	126	204	146	146	158	149
	t. -"-		218	133	133	133	245	140	153	169	155
Keskim. rautatiekuljetusmatka, km	yksikköt.	1	504	422	444	303	558	506	516	569	516
		2	522	422	444	334	586	515	524	576	523
		3	516	422	444	347	582	515	516	576	516
	sellul.		514	454	443	398	574	514	533	600	532
	v. joukk.		572	520	542	271	618	561	559	576	558
	t. -"-		344	242	329	160	428	338	347	405	347
			390	328	368	218	477	381	367	425	367
Jäänmurt. avustustuntimäärä 1.000 h		1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
		3	1,1	3,5	3,2	4,0	0,6	1,3	1,5	1,3	0,8
Jäänmurtajatarve huippukautena kpl			0,9	2,8	2,5	3,2	0,5	1,0	1,2	1,0	0,6
Kuorma-autot, 1.000 tkm	yhteensä		2821	10465	10001	10791	2227	3033	4888	4429	4030
	yksikköt.		657	7178	6755	7432	380	715	2476	2181	1668
	sellul.		174	1179	1168	1228	81	258	361	332	321
	v. joukk.		662	711	681	734	467	670	669	541	666
	t. -"-		1328	1397	1397	1397	1299	1390	1377	1375	1375

Rautatieliikenteen tkm-suorite eroaa ääritapauksissa (0,32 ja 1,85 mrd.tkm) toisistaan n. 1,5 mrd.tkm/v, mikä esim. v. 1970 olisi ollut 1/4 VR:n koko suoritteesta. Rautateitse kuljetettava tavaramäärä on maksimivaihtoehdossa 3,3 milj.t/v ja minimivaihtoehdossa 1,0 milj.t/v (vrt.taul. 90 ja 91), joten ero on 2,3 milj.t/v. Vuonna 1969 toteutuneesta määrästä (0,5 milj.t, taul. 36) maksimi eroaa 2,8 milj.t/v.

Jäänmurtajien avustustuntimäärät osoittavat v. 1980 ääritapauksissa tarvittavan 0,5 tai 3,2 jäänmurtajaa<sup>1)</sup> Pohjois-Suomen tavaraliikenteen avustamiseen talvikaudella.

1) Jäänmurtajatarve talvikautena =  $\frac{\text{talvikauden avustustuntimäärä h}}{\text{jäänmurtajan avustuskyyky 420 h/kk} \times 3 \text{ kk}}$



Kuorma-autoliikenteen suoritteet 3-11 milj.tkm/v ovat n. 1 % rautatiesuoritteista.

Rautatieliikenteen suoritteet (tkm ja tonnit) ovat tasaisia eri kausina. Keskimääräinen rautatiekuljetusmatka pysyy eri kausina oleellisesti muuttumattomana, mutta se vaihtelee eri tavaralajeilla.

Alusten suoritemääriä ei ole tarkasteltu koska tietyn tarkasteluvuoden tavaramäärien kuljettamiseen tarvitaan aina sama määrä aluksia.

#### 6.2.4

#### Kokonaiskustannukset

Vaihtoehtolaskelmien (kohta 6.1) ja suunnittelumallin sijoitusvaihtoehtojen kokonaiskustannukset eroavat toisistaan sekä erisuuruisten tavaramäärien että laskelmien sisältämien kustannusten ja niiden erilaisen käsittelyn vuoksi.

Vaihtoehtolaskelmien kustannuslukuihin sisältyy vain selluloosan ym. yksikkötavaran vienti, kun taas suunnittelumallin kustannuksiin sisältyy Pohjois-Suomen koko ulkomainen vienti ja tuonti, lukuunottamatta poltonesteiden kuljetusta.

Vaihtoehtolaskelmissa on merikuljetuskustannukset laskettu ulkomaisiin satamiin saakka, mutta suunnittelumallissa vain Gotska Sandön tasolle. Satamanpitäjän kustannukset on vaihtoehtolaskelmissa käsitelty muuttuvina (1 mk/t), mutta suunnittelumallissa kiinteinä kustannuksina. Vaihtoehtolaskelmissa ovat terminaalikustannukset mukana kokonaisuudessaan (tavaran käsittely tuotantolaitoksella ja ahtaustyöt satamassa), mutta suunnittelumallin kustannuslukuihin ne eivät sisälly. Kun suunnittelumallin kustannuslukuista pois jätetyt osuudet on oletettu samoiksi eri vaihtoehtoissa, eivät ne vaikuta tuloksiin.

Vuoden 1969 liikenteen sijoitteluratkaisujen kustannukset lisä- ja keskimääräiskustannuksin ja jäänmurtaajien avustuseriä ollessa 3.000/9.000 t ovat (taul. 97):

Taulukko 97. Vuoden 1969 liikenteen sijoitteluratkaisun lisäkustannukset ja herkkyyss-tarkastelu keskimääräiskustannuksin jäänmurtaajien avustuseriä 3.000/9.000 t. Linjoitettu ratkaisu.

Kustannustekijä	Lisäkustannuksin		Keskimääräiskustannuksin	
	milj. mk/v	%	m ilj. mk/v	%
Kuorma-autoliikenne	0,8	1,5	1,0	1,6
Rautatieliikenne	19,9	38,0	19,3	31,4
Terminaalilisät	0,4	0,8	0,2	0,3
Satamakustannukset	4,6	8,8	4,6	7,5
Alusliikenne	19,4	37,0	23,4	38,1
Sät. kiert. lisät	1,7	3,2	1,8	2,9
Jäävauriot	2,2	4,2	3,7	6,0
Jäänmurtaajat	3,4	6,5	7,5	12,2
<b>Yhteensä</b>	<b>52,4</b>	<b>100,0</b>	<b>61,5</b>	<b>100,0</b>

Kustannusten ero 9,1 milj.mk/v johtuu liikennemuotojen, pääasiassa rautatieliikenteen yhteiskustannuksista, jotka puuttuvat lisäkustannuslaskelmista.



Vuoden 1980 liikenteen sijoitteluratkaisujen kustannukset erilaisin jäänmurtaja-avustusmäärin ja vähentäen tai lisäten radan ja laitteiston pääomakustannuksia ovat taulukossa 98.

Taulukossa on myös vuoden 1980 sijoitteluratkaisujen kustannukset lisäkustannuksin kun jäävauriokustannuksia on alennettu 50 % tai lisätty satamakapasiteetin lisätarpeen aiheuttamat kustannukset.

Taulukko 98 . Vuoden 1980 liikenteen sijoitteluratkaisujen kustannukset ja herkkyystarkastelut

Kustannustekijä	Lisäkustan- nukset		Keskim. kus- tannukset		Lisäkustan- nukset +0,6 p/tkm		Keskim. kus- tannukset +0,6 p/tkm		Lisäkustan- nukset -0,6 p/tkm	
	Jäänmurtajien avustusmäärä									
	6.000/12.000 t									
	mmk/v	%	mmk/v	%	mmk/v	%	mmk/v	%	mmk/v	%
Kuorma-autoliikenne	0,3	0,5	1,2	1,6	1,1	1,5	1,2	1,6	0,2	0,4
Rautatieliikenne	27,2	41,7	13,4	17,8	15,2	21,1	11,4	14,6	22,7	41,5
Terminaalilisät	1,0	1,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	1,1	2,0
Satamakustannukset	5,1	7,8	5,0	6,6	5,0	6,9	5,0	6,4	5,2	9,5
Alusliikenne	23,1	35,4	32,7	43,5	29,8	41,4	34,2	43,8	20,6	37,7
Jäävauriot	3,7	5,7	8,1	10,8	7,4	10,3	9,0	11,5	2,2	4,0
Jäänmurtajat	4,8	7,4	14,7	19,6	13,3	18,5	17,2	22,0	2,7	4,9
Yhteensä	65,2	100,0	75,2	100,0	72,0	100,0	78,1	100,0	54,7	100,0

(jatkuu)

Kustannustekijä	Keskim. kus- tannukset -0,6 p/tkm		Lisäkustan- nukset, jäävauriokust. - 50 %		Lisäkustan- nukset + satamakapa- siteetti lisä- kust.		Lisäkustan- nukset	
	Jäänmurtajien avustusmäärä							
	6.000/12.000 t						9.000/15.000 t	
	mmk/v	%	mmk/v	%	mmk/v	%	mmk/v	%
Kuorma-autoliikenne	0,3	0,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,4	0,6
Rautatieliikenne	28,1	40,5	23,8	37,8	26,1	39,8	24,4	38,0
Terminaalilisät	0,9	1,3	0,5	0,8	0,8	1,2	0,8	1,2
Satamakustannukset	5,2	7,5	5,1	8,1	5,1	7,8	5,1	7,9
Alusliikenne	25,1	36,2	24,3	38,6	23,5	35,8	24,1	37,5
Jäävauriot	4,2	6,0	2,3	3,7	3,9	5,9	4,4	6,9
Jäänmurtajat	5,6	8,1	6,4	10,2	5,7	8,7	5,1	7,9
Yhteensä	69,4	100,0	62,9	100,0	65,6	100,0	64,3	100,0

Vuoden 1980 yhdessä ajossa esiintyvät satamakapasiteettilisäkustannukset eivät lisänneet kustannuksia, koska liikenne sijoittui jo olemassa olevan kapasiteetin puitteissa.

Rautateiden vaununvaihtokustannukset on sisällytetty rautatieliikenteen kustannuksiin.

Suoritettujen malliajojen osoittamat kokonaiskustannusminimit on esitetty taulukoissa 97 ja 98. Taulukot osoittavat, kuinka muutokset tietyissä kustannustekijöissä vaikuttavat kokonaiskustannuksiin. Esimerkiksi avovesikaudella maakuljetus on mallissa käytetyillä kustannusluvuilla vain vähän merikuljetusta edullisempaa. Tästä seuraa, että kokonaiskustannukset eivät kasva oleellisesti, jos avovesikauden kuljetukset siirtyvät rautateiltä aluksille.



## 6.3

## Aluepoliittiset näkökohdat

Kehitysalueiden (kuva 56) taloudellisen eriarvoisuuden poistaminen on viime vuosina hyväksytty talouspolitiikan pitkän tähtäyksen osatavoitteeksi. Nykyisin aluepolitiikka meillä keskittyy suurelta osin yritystoiminnan ja työllisyyden edistämiseen kehitysalueilla.

Tähän mennessä jalostus- ja palveluelinkeinoissa ei Pohjois-Suomessa, joka kokonaisuudessaan on kehitysalueita, ole pystytty luomaan riittävästi uusia työpaikkoja, vaan väestön poismuutto alueelta Etelä-Suomeen ja viime aikoihin saakka myös Ruotsiin on jatkunut. Elinkeinorakenteen muuttuessa vapautuu Pohjois-Suomessa alkutuotannosta vielä pitkään runsaasti työvoimaa. Kehitysaluepoliittisten tavoitteiden mukaisesti tämä työvoima olisi voitava työllistää kehitysalueilla jo siitäkin syystä, ettei työikäisen väestön jatkuvan poismuuton ja tästä aiheutuvan väestön ikärakenteen vääristymisen vuoksi menetä näiden alueiden teollistumisen edellytyksiä.

Jos kuitenkin Pohjois-Suomen satamien jäänmurtajavarustus lopetetaan tai satamat pidetään auki epäsäännöllisesti vain osan vuodesta on todennäköisenä seurauksena se, että ainakin ne yritykset, joiden toiminta perustuu tuontiraaka-aineiden laajamittaiseen käyttöön, tavaran arvoon verrattuna painavien tai kooltaan suurien tuotteiden laajamittaiseen vientiin, tai jotka muuten välttämättä joutuvat käyttämään säännöllisesti merikuljetuksia, tulevat entistä voimakkaammin sijoittumaan Merenkurkun eteläpuolelle. Yritysten sijoittumishalukkuuden kannalta lienee merkitystä myös vaihtoehtoisten kuljetusmahdollisuuksien olemassaololla.

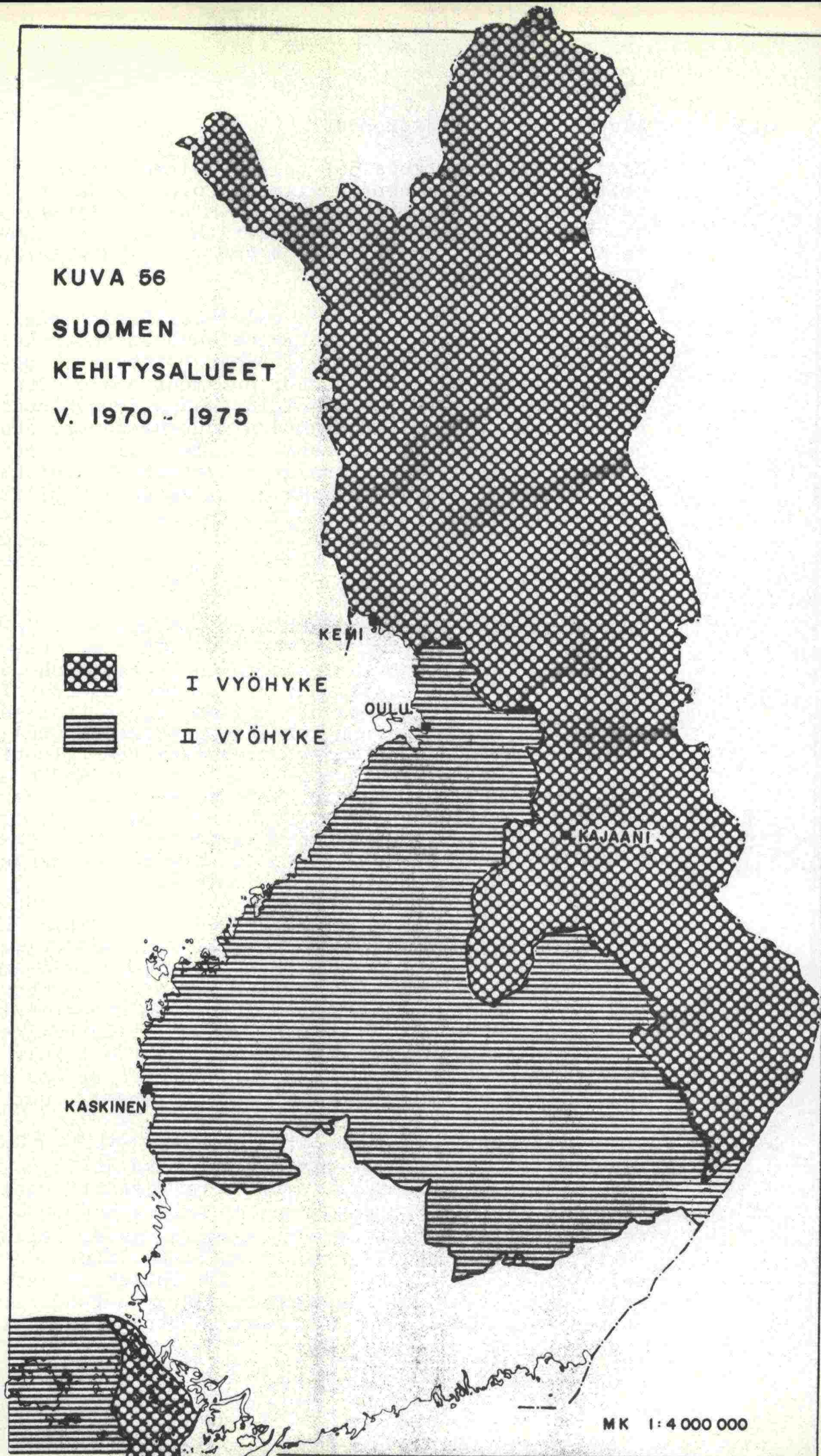
Toisaalta voidaan todeta, että koko yhteiskunnan kannalta tarkastellen on syytä välttää kuljetusjärjestelmien tarpeetonta päällekkäisyyttä. Pohjois-Suomen liikennemaantieteellinen sijainti, alueen luonnonvarat ja merkittävä vientiosuus, varautuminen kriisitilanteisiin sekä mm. terveen kilpailun säilyttäminen kuljetuspalvelusten tarjonnassa edellyttävät kuitenkin riittävän monipuolista, maan muiden osien kanssa mahdollisimman vertauskelpoista kuljetusmahdollisuutta.

Yhtenä aluepolitiikan tavoitteena onkin meillä nähty niiden kustannuserojen lievittäminen, joita kehitysalueilla toimivilla tuotantolaitoksilla on pitkistä matkoista johtuvien kuljetuskustannusten vuoksi muuhun Suomeen verrattuna. Tätä tarkoittavan esityksen laiksi kehitysalueiden kuljetustuesta antoi hallitus eduskunnalle helmikuun alussa 1972. Vaikka lakiehdotuksen mukaan kuljetustuen piiriin kuuluisivat myös Pohjois-Suomen satamiin suuntautuvat maakuljetukset, ei sillä



KUVA 56

SUOMEN  
KEHITYSALUEET  
V. 1970 - 1975





ole merkitystä ainakaan talvikaudella Pohjois-Suomen satamapaikkakuntien kannalta, jos satamat ovat kiinni.

Pohjois-Suomen satamat tarjoavat nykyisin työpaikan n. 750 lastaustyöntekijälle. Heidän lisäksi satamat työllistävät runsaasti muita henkilöitä, mm. kuorma-autoilijoita ja erilaisten muiden palveluammattien harjoittajia. Satamatoimintoihin osallistuu myös vakinaista henkilökuntaa, jonka työsuhdetta ei voida purkaa aina satamien liikenteen päättyessä. Kyseiset henkilöresurssit ovat tällöin talvikaudella vajakäytössä, mistä aiheutuvia yhteiskuntataloudellisia kustannuksia on vaikea arvioida. Näitä henkilöryhmiä ovat mm. luotsit, tullivirkailijat, satamalaitosten virkailijat, rautatievirkailijat, ah-  
taajien, huolitsijain ja meklareiden pysyvä henkilökunta sekä tuotantolaitosten palveluksessa olevat merikuljetuksista huolehtivat toimihenkilöt.

Jos Pohjois-Suomen liikennettä ohjataan lisääntyvässä määrin Etelä-Suomen satamien kautta jää myös Pohjois-Suomen meriväyliin, satamiin ja niiden kalustoon sijoitettu pääoma vajaan käyttöön. Siitä kehitysalueiden satamia omistaville kunnille ja yrityksille aiheutuvia taloudellisia rasituksia voidaan pitää aluepoliittisina kustannuksina, joskaan ne eivät omak-  
sutun tarkastelutavan mukaan ole ns. uponneina kustannuksina yhteiskuntataloudellisia menoja. Pohjois-Suomen kunnat menettävät myös veroina sekä satama- ja liikennemaksuina tuloja sekä palveluyritykset liiketuottoja, jotka siirtyvät kehitysalueiden ulkopuolisille Etelä-Suomen kunnille ja yrityksille. Tämä ei olisi yhdenmukaista tulojen alueellisen tasoittamis-  
pyrkimyksen kanssa.

Aluepolitiikka on talouspolitiikan osa, ja siihen liittyvät ongelmat ovat moninaisia. Toimikunta ei ole voinut kartoittaa eri vaihtoehtojen yhteiskuntataloudellista kokonaisvaikutusta tutkimuksen piiriin kuuluneella alueella, eikä se itseasiassa sisälly toimikunnan tehtävään. Toimikunta on kuitenkin halunnut tuoda esille aluepoliittisten tavoitteiden läheisen yhteyden Pohjois-Suomen satamien ja merikuljetusten kehittämiskysymykseen. Toimikunta voi ainoastaan todeta, että ne liikenteen sijoitteluvaihtoehdot, jotka ovat edullisia kuljetustalouden kannalta saattavat olla ristiriidassa useiden aluepolitiikan erillistavoitteiden kanssa.



## 7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Tutkimuksen tausta

Erittäin merkittävän alueen Suomen kansantaloudessa muodostaa Pohjois-Suomi, jolla tässä tarkoitetaan rannikon Tornio - Merikarvia satamien vaikutusalueita. Pohjois-Suomen osuus maan koko painomääräisestä teollisuustuotannosta on neljännes ja ulkomainen vienti kolmannes. Erityispiirteensä vientikuljetusten kannalta on se, että vaikka Pohjois-Suomen teollisuuden vienti on yksi kolmasosa koko maan viennistä, on Pohjois-Suomen satamien vientiosuus vain yksi neljäsosa maan kaikkien satamien viennistä. Syynä tähän on ilmastolisten olojen lisäksi ollut jäänmurtaajakaluston lukumääräinen niukkuus, joka on pakottanut pariin viime vuoteen asti lopettamaan Pohjois-Suomen satamien jäänmurtaja-avustuksen talvikuukausina. Tänä aikana on Pohjois-Suomen ulkomaanliikennettä hoidettu etelämpänä sijaitsevien, avoinna pidettyjen satamien kautta.

Pohjois-Suomen satamien liikenteen keskeytyminen talvisin on aiheuttanut haitallisen kausivaihtelun alentamalla satamien kapasiteetin käyttöastetta ja tuomalla kunnille työllisyysongelmia sekä mm. pakottamalla teollisuuden varastoimaan vienti- ja tuontitavaroita. Välttämätön vientiliikenne on voitu kuitenkin hoitaa Etelä-Suomen satamiin suuntautuvien maakuljetuksien, lähinnä rautatieliikenteellä. Tämä on edellyttänyt maakuljetuskapasiteetin varaamista Pohjois-Suomen talvikuljetuksia silmällä pitäen.

Vientitavaroiden jalostusasteen Pohjois-Suomessa jatkuvasti kasvaessa vähenee niiden varastointimahdollisuus talvikuukausina, ja säännöllistä ja nopeaa toimintaa edellyttävien tavaroiden määrä vastaavasti lisääntyy. Tämä kohdistaa kasvavia palveluvaatimuksia sekä meri- että rautatiekuljetuksille, jolloin kuljetuskapasiteetin ja sen ylimitoitusta vähentävän suunnittelun tarve nykyisestään kasvaa.



Teknillisesti voidaan Pohjois-Suomen vientiliikenne hoitaa Etelä-Suomen satamien kautta rautatieliikenteen avulla suorittamalla sen edellyttämät investoinnit. Sen sijaan Pohjois-Suomen joukkotavaran vienti- ja tuontikuljetusten sekä polttonesteiden tuonnin siirtämistä kokonaan Etelä-Suomen satamien kautta tapahtuvaksi ei voida pitää realistisena ajatuksena. Teknilliset mahdollisuudet Pohjois-Suomen vientiliikenteen hoitamiseksi kautta vuoden merikuljetuksin Pohjois-Suomen satamien kautta näyttävät toteutuvan 1970-luvulla. Poikkeuksena tulevat kuitenkin olemaan erittäin ankarat talvet, jolloin vain maamme etelä- ja lounaisrannikon satamat voidaan pitää avoinna.

Pohjois-Suomen satamia koskevan tutkimuksen pääongelmana onkin vientiliikenteen järjestely talvikaudella, mutta yhtä keskeinen on kysymys liikenteen keskitämisellä suhteellisen harvoin satamiin mahdollisesti saatavista kuljetustaloudellisista säästöistä.

## 7.2

### Tutkimustapa

Pohjois-Suomen satamatutkimuksessa on suunnittelun perusvuotena v 1969 ja suunnittelu- ja ennustejaksot ulottuvat vuosiin 1980 ja 2000. Kuitenkin teknillisistä kehitystä koskevat ennusteet on rajattu vuoteen 1980.

Tarkastelun näkökulma kattaa periaatteessa kuljetukset tuotantoalueilta määrämaita edustaviin satamiin. Tavoitteena on määritellä sellainen kuljetusjärjestelmä, jossa Pohjois-Suomen ulkomaankaupan merikuljetustarve voidaan täyttää vähintään tyydyttävästi kuljetustaloudellisin minimikustannuksin. Erillisessä tarkastelussa kiinnitetään huomiota eri liikeneratkaisujen ulkoisiin vaikutuksiin aluepoliittisten tavoitteiden kannalta.

Kuljetuskustannuslaskelmat on suoritettu ensiksikin tavanomaisia vaihtoehtolaskelmia käyttäen, jolloin on ennalta valittu useita tiettyjä vientikuljetusratkaisuja oletettujen ääritapausten väliltä. Joukkotavaran vienti ja tuonti kuten myös rannikkoliikenteen polttonestekuljetukset on kaikissa vaihtoehdoissa oletettu suoritettavan samalla tavoin Pohjois-Suomen satamien kautta, tarkastelematta niiden mahdollista vaikutusta esim. jäänmurtajatoimintaan.

Toisessa laskentamenettelyssä on haluttu kokeilla operaatio-tutkimukseen perustuvan suunnittelumallin käyttöä kyseisenlaisen, monitahoisen ongelman ratkaisussa. Valtion tietokonekeskuksen toimikunnan toimeksiannosta laatima suunnittelumalli käsittelee Pohjois-Suomen koko ulkomaista merivientiä ja tuontia. Kotimaan rannikkoliikenne, kuten polttonesteiden kuljetus, ei sisälly laskelmiin.



Laskelmat perustuvat yhteiskuntataloudellisiin kustannuksiin ja talviliikenteen kustannukset on laskettu normaalitalven mukaan. Kustannuksia tarkastellaan pitkällä, 10 - 30 vuoden aikavälillä aiheutumisen perusteella, joskin laskelmat koskevat poikkileikkaustarkasteluna vuosia 1969 (vuoden 1970 kustannuksin) ja 1980.

## 7.3

## Tulokset

Pohjois-Suomen satamien ulkomainen vienti v. 1969 oli 3,06 milj.t ja tuonti 2,39 milj.t eli yhteensä 5,45 milj.t. Satamien kotimaan liikenne oli lisäksi n. 2 milj.t eli liikenne kaikkiaan 7 1/2 milj.t.

Vuonna 1980 on Pohjois-Suomen alueen vienti 14 % suurempi kuin v. 1969, mutta Pohjois-Suomen satamien vienti on ns. passiivisen ennusteen mukaan hieman pienempi kuin v. 1969, jos jäänmurtaaja-avustus satamiin talvisin keskeytetään. Vuonna 2000 olisi vienti enää 2,7 milj.t. Tämä johtuu jalostusasteen kasvusta, jolloin lisääntyvät määrät tavaraa olisi talvisin siirrettävä maitse Etelä-Suomen satamiin sieltä laivattavaksi.

Kokonaisuudessaan Pohjois-Suomen satamien ulkomainen liikenne v. 1980 olisi passiivisen ennusteen mukaan 6 milj.t. Satamiin kuljetetaan lisäksi kotimaan liikenteessä lisääntyvässä määrin myös talvikaudella nestemäisiä polttoaineita, ja Pohjois-Suomen satamien kokonaisliikenne v. 1980 kasvaa 10 milj.tonniksi.

Autolauttaliikenteessä v. 1969 kuljetettiin Merenkurkun yli 3.000 kuorma-autoa, 33.000 henkilöautoa ja 255.000 matkustajaa eli n. 15 % vastaavasta koko maan liikenteestä. Vuonna 1980 henkilöautojen ja matkustajien määrä on yli 4-kertainen ja v. 1990 todennäköisesti 6-kertainen vuoden 1969 liikenteeseen verrattuna. Kyseiseen liikenteeseen on hankittu jäävahvistusluokan I A lauttakalustoa.

Selluloosan ja muun yksikkötavaran vientiä koskevien vaihtoehtolaskelmien tulokset ovat laskelmavaihtoehtoin v. 1969 ja 1980 (taulukot 99 ja 100):



Taulukko 99. Vaihtoehtolaskelmien tulokset lisäkustannuksin. Selluloosan ym. yksikkö-tavaran vienti.

Edullisuus-järjestys	Vaihto-ehto	Satamaryhmä <sup>1)</sup> , jonka kautta vienti suoritetaan		Kustannus mmk/v	Ero edullisimmasta	
		avovesi- ja välikaudella	talvikaudella		mmk/v	%
v. 1969						
I	4	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pori, Kotka	145	0	0
II	5	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kaskinen, Kotka	147	2	1,2
III	6	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	153	8	5,0
IV	2	Raahe, Pori, Kotka	Pori, Kotka	155	10	6,9
V	0	Pohjois-Suomen satamat	Etelä-Suomen satamat	155	10	6,9
VI	1	Raahe, Pori, Kotka	Pori, Kotka	155	10	7,0
VII	3	Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	157	12	8,3
VIII	7	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kemi, Raahe, Pietarsaari	160	14	9,8
v. 1980						
I	1	Raahe, Pori, Kotka	Pori, Kotka	216	0	0
II	2	Kaskinen, Raahe, Kotka	Kaskinen, Kotka	217	1	0,6
III	8	Raahe, Hanko	Hanko	217	1	0,8
IV	4	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pori, Kotka	220	4	1,8
V	5	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kaskinen, Kotka	221	5	2,4
VI	3	Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	224	8	3,9
VII	6	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	226	10	4,8
VIII	7	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kemi, Raahe, Pietarsaari	227	12	5,4
IX	0	Pohjois-Suomen satamat	Etelä-Suomen satamat	231	15	7,2

Taulukko 100. Vaihtoehtolaskelmien tulokset keskimääräiskustannuksin<sup>2)</sup>, herkkyystarkastelu. Selluloosan ym. yksikkötavaran vienti.

Edullisuus-järjestys	Vaihto-ehto	Satamaryhmä <sup>1)</sup> , jonka kautta vienti suoritetaan		Kustannus mmk/v	Ero edullisimmasta	
		avovesi- ja välikaudella	talvikaudella		mmk/v	%
v. 1969						
I	4	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pori, Kotka	159	0	0
II	5	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kaskinen, Kotka	159	0	0,1
III	6	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	163	4	2,4
IV	0	Pohjois-Suomen satamat	Etelä-Suomen satamat	167	8	5,3
V	7	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kemi, Raahe, Pietarsaari	169	10	6,4
VI	3	Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	172	13	8,1
VII	2	Raahe, Kaskinen, Kotka	Kaskinen, Kotka	172	13	8,3
VIII	1	Raahe, Pori, Kotka	Pori, Kotka	174	16	9,8
v. 1980						
I	2	Raahe, Kaskinen, Kotka	Kaskinen, Kotka	234	0	0
II	1	Raahe, Pori, Kotka	Pori, Kotka	234	0	0,2
III	5	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kaskinen, Kotka	238	4	1,8
IV	3	Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	238	4	2,0
V	4	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pori, Kotka	239	5	2,1
VI	7	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Kemi, Raahe, Pietarsaari	239	5	2,1
VII	8	Raahe, Hanko	Hanko	240	6	2,5
VIII	6	Kemi, Raahe, Pietarsaari	Pietarsaari	241	7	2,9
IX	0	Pohjois-Suomen satamat	Etelä-Suomen satamat	248	13	5,9

1) Satamaryhmiä ovat Kemi/Oulu, Raahe, Kokkola/Pietarsaari, Kaskinen, Pori/Rauma, Turku/Hanko/Helsinki ja Kotka/Hamina. Laskelmat on suoritettu vain yhden satamaryhmään kuuluvan sataman kautta tapahtuvalle liikenteelle. Pohjois- ja Etelä-Suomen satamat tarkoittavat vuoden 1969 kaltaista liikenteen jakautumista moniin satamiin.

2) Tarkastelu perustuu olettamukseen, että yhteiskustannusten osuus on suhteellisesti yhtä suuri eri liikennemuodoissa.

Suunnittelumalli koskee selluloosan ja muun yksikkötavaran viennin lisäksi joukkotavaran vientiä ja tuontia, polttonesteitä lukuunottamatta. Pää tarkastelun tulosten (laskelma B taulukossa) mukaan liikenne keskittyy voimakkaasti Kaskisiin, joskin avovesikaudella Raahan (Rautaruukin) vienti tapahtuu asetetun rajoituksen vuoksi Raahesta. Suoritettujen herkkyystarkastelujen ääritapauksissa liikenne keskittyy joko Raahen ja Pori/Raumalle (laskelma A) tai Kemi/Ouluun, Raahen ja Kokkola/Pietarsaareen (laskelma C) (taulukko 101):

Taulukko 101. Suunnittelumallin tulokset vuodelle 1980 ja herkkyystarkastelujen ääri- vaihtoehdot. Jäänmurtajien avustusmäärä on 6.000/12.000 t ja avustus- nopeus 10 solmua. Selluloosan ym. yksikkötavaran vienti sekä joukko- tavaran vienti ja tuonti (pl. polttonesteet).

Satama tai satamaryhmä	Lisäkustannuksilla						Keskimääräis- kustannuksilla		
	A. Radan ja laitt. pää- omakustannukset 0 p/tkm			B. Radan ja laitt. pää- omakust. tarkistusryh- män mukaan 0,6 p/tkm			C. Radan ja laitt. pää- omakustannukset 1,2 p/tkm		
	Kausi								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	1,000 t/v								
Kemi/Oulu	342	-	-	414	-	-	1.672	116	296
Raahe	1.282	10	-	1.282	18		1.289	56	173
Kokkola/ Pietarsaari	597	32	-	765	56	94	897	94	207
Vaasa	60	6	13	67	7	17	69	7	17
Kaskinen	33	4	10	1.293	167	500	123	16	45
Pori/Rauma	1.576	207	618	222	40	126	-	-	-
Hanko	423	62	199	239	30	90	-	-	-
Kotka/Hamina	-	-	-	34	4	13	264	37	103
Yhteensä	4.313	321	840	4.316	322	840	4.316	322	841
Kustannukset, mmk/v	54,7			65,2			78,1		

Kaudet: 1 = avovesikausi (8 kk), 2 = välikausi (1 kk), 3 = talvikausi (3 kk).  
Laskelmat: A ja C = herkkyystarkastelujen ääriarvot, B = päätarkastelu



Eri laskelmien kustannukset eivät ole vertauskelpoisia keskenään, koska niihin sisältyy eri kustannustekijöitä. Ääritapausten A ja C kustannusero 23 milj. mk/v ainoastaan osoittaa miten suuri vaikutus sijoittelutuloksiin on sillä, käytetäänkö lisä- vai keskimääräiskustannuksia ja missä määrin laskelmiin otetaan radan ja laitteiden parantamis- ja uusimisinvestointien poistoja rautatieliikenteen kustannuksia laskettaessa. Laskelmassa C on mainittuja, vuoden liikennehuipun mukaan laskettuja kustannuksia lisätty laskelman B määrään 0,6 p/tkm, kun taas laskelma A ei sisällä radan ja laitteiden uusinta- eikä parantamiskustannuksia.

#### 7.4

#### Johtopäätökset

Liikenteen eri sijoitteluvaihtoehtoisissa vuosina 1969 ja 1980 eroavat kuljetuskulujen kokonaiskustannukset vaihtoehtolaskelmien mukaan toisistaan enintään 16 milj.mk/v eli alle 10 %. Vaikka eroja voidaan sinänsä pitää merkitsevinä, ei mitään tarkastelluista vaihtoehtoisista voida ilman laajempia yhteiskuntataloudellisia selvityksiä todeta toisia oleellisesti paremmaksi. Niinikään suunnittelumallin tulosten herkkyystarkasteluissa tapahtuu voimakkaita liikenteen siirtymiä. Näistä syistä liikenteen sijoittelupäätöksiä harkittaessa olisi huomioitava ratkaisujen vaikutus muihin yhteiskunnallisiin tavoitteisiin esimerkiksi alue-, sosiaali-, työllisyys- ja ulkomaankauppapolitiikan osalta. Aluepolitiikan osuutta toimikunta erityisesti painottaa arvioitaessa ratkaisuvaihtoehtojen yhteiskuntataloudellista kokonaisvaikutusta.

Tutkimuksen kuluessa on käynyt selville, että kuljetustoiminnan yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten ja niiden tulevan kehityksen määrittämisessä kaikissa liikennemuodoissa yhtäläisin perustein ja samalla tarkkuustasolla on suuria vaikeuksia. Ne johtuvat osaksi eri liikennemuotojen toiminnallisista ja organisatorisista eroavuuksista, mutta pääasiassa useiden perusselvitysten puuttumisesta. Tällöin on jouduttu tekemään olettamuksia, joiden vaikutus lopputuloksiin on nimenomaan talvimerenkulkua ja maaliikennettä vertailtaessa merkittävä. Myös Pohjois-Suomen liikenteen tarkastelu erillisenä koko maan liikenteestä on ongelmallista mm. siitä syystä, että jäänmurtajatoiminta, rautatieliikenne ja Etelä-Suomen satamat palvelevat koko maan kuljetuksia.

Suoritettu Pohjois-Suomen satamatutkimus, joskaan sen tulosten perusteella ei ole syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä, tuonee merkittävää lisävalaistusta satamien ja koko ulkomaanliikenteen yhteiskuntataloudellisten kokonaiskustannusten optimointiongelmiaan. Vasta kaikkia Suomen satamia ja koko liikennettä koskevan tarkastelun perusteella voitaneen päästä riittävän perusteltuihin, konkreettisiin toimenpide-ehdotuksiin.

## KIRJALLISUUTTA

Endredi, Gustav 1967. Svensk personbilsprognos för 1975. Yhdyskuntasuunnittelu 1967: 2-3.

Etelä-Suomen satamatoimikunnan mietintö 1969, Helsinki.

Geile, Wilhelm 1972. Das Wegekostenproblem in Europäischer Sicht. Zeitschrift für Binnenschifffahrt und Wasserstrassen 1972: 4.

Hamnutredningen 1969. De svenska hamnarna. SOU 1969:22, Stockholm. (Bilagedel SOU 1969:23, Stockholm).

Hamnutredningen 1971. Vintersjöfart. SOU 1971:63, Stockholm.

Huikari, Olavi ja Väre, Matti 1969. Pohjois-Suomen metsätalouden kehitysnäkymiä. Teknillinen Aikakauslehti 1969: 11.

*ei ole  
olemann*

[ Hytti, Risto 1972. Pohjois-Suomen satamien liikenne v. 1960-1970. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki (moniste).

ICHCA 1971. Transport Co-ordination in the Seventies, 10th Conference, Madrid.

2<sup>nd</sup> International Tug Conference, London 1971.

Kukkonen, Pertti-Tikkanen, Esko 1970. Jäänmurtajat ja talviliikenne. Kulkulaitosneuvosto, Helsinki.

Laatto, Gunnar 1969. Kaivosteollisuus Oulun vaikutusalueella. Teknillinen Aikakauslehti 1969: 11.

Lehvonen, Risto 1970. Selvitys aluskustannuksista. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki (moniste).

Liikenneministeriö 1971. Yhteiskuntataloudellisten laskelmien soveltaminen liikennesektoriin, Keiteleen-Päijänteen kanavahanke, Helsinki.

Markkanen, Pauli 1971. Kivennäisöljyn kuljetukset ja kuljetustarve Suomessa 1960-1980. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki (moniste).

Mc Kinsey & Co 1967. Containerization: the key to low-cost transport, London.

Melamies, Mauri 1971. Puunjalostusteollisuus ja liikenne. Perämeren liikennepäivät Kemissä 1.2.1971 (moniste).



Merentutkimuslaitoksen julkaisu n:o 219, 1965, Jää-  
talven kesto aika Suomen rannikoilla 1931-1960,  
Helsinki.

Merentutkimuslaitoksen julkaisu n:o 234, 1971. Jää-  
talvet 1966-1970 Suomen merialueilla, Helsinki.

Nordiska Rådet 1969. Nordtrans. Nordisk udredningsserie  
1969: 13.

Norrlandsindustriernas problem med bottenviksisen och  
därmed sammanhängande bundet kapital i lager, samt  
höga fraktkostnader under vinterhalvåret, Göteborg  
1970.

Nuutinen, Pentti 1969. Rautaruukin vaikutus Pohjois-  
Suomen talouselämään. Teknillinen Aikakauslehti 1969:  
11.

OECD 1969, Seeverkehr, Paris.

Palosuo, Erkki 1966. Meriemme jääpeite sotilaalliselta  
kannalta. Sotilasaikakauslehti 1966: 2.

Pertovaara, Heikki 1971. Merialukset ja niiden kehitys.  
Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki (moniste).

Puolustustaloudellinen suunnittelukunta 1967. Poltto-  
neste- ja voiteluainevarastojen yleissuunnittelu,  
Helsinki.

PIANC:in kongressi, Pariisi 1969.

Pöyry, Jaakko & Co Ky Insinööritoimisto 1970. Suomen  
puumassa- ja paperiteollisuuden vientikuljetustutkimus.  
Vaihe I. Tutkimusraportin yhteenveto ja tiivistelmä,  
Helsinki.

Salminen, Lauri 1970. Lapin Metsäteollisuus. Kauppakama-  
rilehti 1970: 12.

Suomen Satamaliiton tilastot 1960-1970, Helsinki.

Sirvio, Esko 1971. Merionnettomuuksien analysointi  
väyläsuunnittelun kannalta. Tie- ja vesirakennushalli-  
tus, Helsinki.

Sjöfartskonferensen i Luleå 1971. Bottenviken öppen  
året runt.

Seutus suunnittelun Keskusliitto 1970. Suomi 2000, Hel-  
sinki.

Suomen teollisuusliitto 1969. 1970-luvun teollisuuspo-  
litiikan suuntaviivat, Helsinki.

Suopohja, Kari 1971. Satamaterminaalit ja niiden rakenteelle asetettavat vaatimukset. Tie- ja vesirakennushallitus, Helsinki.

Taloudellinen Suunnittelukeskus 1972. Suomen kansantalouden kehitysmahdollisuudet vuoteen 1980, Helsinki.

Talousneuvosto 1969. Suomen metsä- ja puutalouden tuotantomahdollisuudet vuosina 1970-2015, Helsinki.

Talousneuvoston sihteeristö 1969. Kansantalouden kehitysnäköaloja vuosina 1969-1973, Helsinki.

Teräs, Tauno 1971. Merisatamiemme liikenne v. 1970. Suomen Satamaliitto, Helsinki (moniste).

Tilastokeskus 1972. Vuoden 1971 kunnittainen väestöennuste, Helsinki (moniste).

Tie- ja vesirakennushallitus - Pohjoismaisen Tieteknil-lisen Liiton Suomen osasto 1970. Tutkimus kuorma-auto-liikenteestä Suomessa 1968-1969, Helsinki.

Tie- ja vesirakennushallitus/tiesuunnitteluosasto 1970. Alueellinen autotiheys- ja autokantaennuste vuosille 1970-2000, Helsinki.

United Nations 1967. The Turn-around Time of Ships in Port, New York.

Vetter, Horst (toim.) 1970. Container - Transportsystem, Berlin.

Väestölaskenta v. 1960 ja 1980.

Vöry, Jaakko 1971. Metsäteollisuuden raakapuun kuljetukset vuonna 1969. Eripainos, Suomen Puutalous 1971: 1, Helsinki.



## TERMINOLOGIA

Ahtauskerroin eli luku  $j^3$ /tavaratonni ilmaisee tavara-lajeittain tai -ryhmittäin, miten suuren tilavuuden kuutiojalkoina vaatii tonni ko. tavaraa alukseen lastattuna.

Aikakustannus on matkayksikköä kohden ilmaistu ajoajalle arvioitu rahallinen arvo (tvh 1967. Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi, Helsinki, moniste).

Aluksen täyttöaste on lastin ja lastauskyvyn suhde.

Bruttovetoisuus on aluksen suljettujen osien tilavuus rekisteritonneina (BRT).

dwt (dead weight ton) eli kuollutpainotonnimäärä osoittaa aluksen kantavuuden eli kantokyvyn painotonneina sisältäen lastin, polttoaineen, muona- ym. varastojen ja miehistön painon.

Hajautetussa liikenteessä jokainen yksittäinen kuljetuserä kuljetetaan nimenomaan sille edullisinta reittiä käyttäen (vrt. keskitetty liikenne).

Herkkyystarkastelussa tarkastellaan yhden tai useamman kustannustekijän muutoksen vaikutusta laskelmien tuloksiin muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina.

Investoinnin taloudellinen pitoaika on investointikohteen vaikutusaika, jonka pituus riippuu mm. kohteen teknisestä käyttöiästä, tekniikan kehityksestä ja hintatason muutoksista ja jota käytetään perustana poistojen laskemisessa.

Joukkotavara on kiinteässä tai nestemäisessä muodossa olevaa tavaraa, joka lastataan/puretaan kuormauskauhalla, hihnakuljettimella, puhaltimella, imulla tai pumppuamalla tms. Kiinteää joukkotavaraa nimitetään usein irtotavaraksi (bulk).

Kantavuus, ks. dwt.

Kappaletavara on epäyhtenäistä tavaraa kuten koneita, laitteita tms. Usein sitä käsitellään kolleittain, myös kuormalavoilla ja muilla pienillä alustoilla ja lastataan muun kooltaan ja muodoltaan vaihtelevan kappale-tavaran kanssa. Kappaletavara voi soveltua kuljetettavaksi konteinereissa, jolloin se lastinkäsittelyn kannalta on yksikkötavaraa.

Keskitetyssä liikenteessä kuljetusvalinnat pyritään suorittamaan niihin, että kerralla kuljetettava tavaramäärä on kaikissa kuljetusmuodoissa optimaalinen.



Kokojunakuljetuksessa käytetään junan koko kuljetuskapasiteetti muuttamatta junan kokoonpanoa kuljetuksen aikana.

Konteineri eli kontti on monikertakäyttöön tarkoitettu umpinainen suursäiliö.

Konventionaalinen alus on lift on - lift off menetelmällä kansiluukkujen kautta lastaava ja erilaista ja erimuotoista tavaraa kuljettava alus.

Kuljetusten integrointi tarkoittaa sitä, että kuljetukset pyritään hoitamaan tuotantoprosessin jatkeena, ts. ovelta ovelle kuljetuksina.

Kustannusten optimoinnissa kokonaiskustannusten summa pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi.

Laiturikentällä tarkoitetaan laituriiin välittömästi liittyvää aluetta, joka palvelee välitöntä purkaus-/lastaussuoritusta ja tavarankäytön lyhytaikaista varastointia.

Laivauserä on tietylle ostajalle tietyllä aluksella toimitettu erä yhdenmukaista tavaraa.

Laskennallinen kustannus on määrättyihin olettamuksiin perustuva laskemalla saatu useimmiten teoreettinen kustannuserä.

Lastilautta on perä-, keula- ja/tai sivuportin kautta roll on - roll off menetelmällä lastaava/purkava, usein suuryksiköitä terminaaliliikenteessä kuljettava alus.

Liberty-luokan alukset ovat vuosina 1942-43 Yhdysvalloissa sarjatuotantona rakennettuja yleislastialuksia (Original Liberty), joiden vanhennuttua suunniteltiin vuosina 1966-68 mainitun sarjan korvaava yleislastialustyyppi (Liberty Replacement), jossa on otettu huomioon tapahtunut teknillinen kehitys.

Lineaarinen ohjelmointi on matemaattinen menetelmä maksimin tai minimin määrittämiseksi lineaariselle lausekkeelle, johon sisältyvät muuttujat ovat lineaaristen yhtälöiden tai epäyhtälöiden rajoittamia.

Linjaliikenne tarkoittaa säännöllistä liikennettä määrättyllä reitillä.

Lo - lo eli lift on - lift off tarkoittaa nostureilla tapahtuvaa tavarankäytön siirtoa alukseen ja aluksesta.

Malli on todellisuutta yksinkertaistava, tarkastelua rationalisoiva esitys, jonka avulla pyritään selvittämään mikä havainnossa on oleellista kulloisenkin ongelman kannalta.

Nettovetoisuus on aluksen hyötytilavuus, jota mitataan nettorekisteritonneina (NRT).



One port - one port periaate tarkoittaa aluksen liikennöimistä jatkuvasti vain kahden sataman välillä.

Operaatiotutkimus (operaatioanalyysi) on tieteellisin menetelmin tapahtuvaa organisaation toimintojen analyysiä, jolla pyritään selvittämään erilaisten vaihtoehtojen vaikutukset organisaation kokonaisuuteen.

Operationaalinen tarkoittaa mitattavissa ja verrattavissa olevaa suuretta.

Painolasti on lastittoman matkan ajaksi aluksen vakavuuden lisäämiseksi erityisiin painolastitankkeihin otettava vesilasti.

Peräporttipaikka on laituripaikka ro - ro aluksille.

Pohjois-Suomen vientikuljetusten siirtymiä tarkasteltaessa käytetään seuraavia termejä:

- normaalisiirtymä on tiettyjen tavaroiden lähinnä puumassa- ja paperiteollisuustuotteiden säännöllistä kuljetusta kautta vuoden Etelä-Suomen satamien kautta
- talvisiirtymä on Pohjois-Suomen satamien sulkeutumisesta aiheutuvaa normaalisiirtymän lisäksi Etelä-Suomen satamien kautta tapahtuvaa kuljetusta
- sisäinen siirtymä on pohjoisimpien Pohjois-Suomen satamien sulkeutumisesta aiheutuva kuljetus vielä avoimena olevien Pohjois-Suomen satamien kautta

Poikkileikkausanalyysillä selvitetään tutkittavan seikan riippuvuutta samana ajankohtana eri tekijöistä.

Pykälälaiva tarkoittaa tavallisesti vetoisuudeltaan alle 500 bruttorekisteritonin (BRT) kauppa-alusta, jolla merimiehen työaika saadaan säännönmukaisen kolmivuorotyön asemesta järjestymään kaksivuorotyönä (toinen pykälälaivan raja on 1.200 BRT, jota pienemmille aluksille saadaan verohuojennus).

Rajakustannuksilla tarkoitetaan kokonaiskustannusten muutosta, joka aiheutuu tuotannon määrän muuttamisesta yhdellä yksiköllä.

Rannikkoliikenne on kotimaan satamien välinen alusliikenne.

Rekisteritonni (RT) on tilavuusmittayksikkö, 1 RT = 2,832 m<sup>3</sup>.

Ro - ro eli roll on - roll off tarkoittaa pyörien päällä tapahtuvaa tavaran siirtoa alukseen ja aluksesta.

Sataman kapasiteetti eli välityskyky on suurin tiettyssä aikayksikössä ilmaistu tavaramäärä (esim. t/vk, t/kk, t/v), jonka satama pystyy välittämään jatkuvasti.

Satamaterminaali on usein yhden tai useamman varustamon hallinnassa oleva 1-3 laivapaikkaa käsittävä sataman osa, joka on toiminnallisesti erotettu muusta satamasta. Se voi olla suunta-, varustamo- tai tuotekohtainen.

Solmu (s) on aluksen nopeus mpk/h,  $1 \text{ mpk} = 1.852 \text{ m}$ .

Suurluukkuinen eli avoin alus tarkoittaa alusta, jossa luukut ovat lähes aluksen koko kannen levyiset ja lastiruuman seinämät ovat tavallisesti suorat ja ruumat suorakaiteen muotoiset.

Terminaalifatama muodostuu yhdestä tai useammasta satamaterminaaliksiöstä.

Tonnikiilometri (tkm), yleensä nettotonnikiilometri, on suoriteluku, jolla mitataan eri kuljetusmuotojen kuljetustyön suuruutta = kuljetetun tavarain paino x kuljetusmatka.

Traileri on kuorma-auton erillinen perävaunu.

Truck to truck tarkoittaa tavarain käsittelyä trukeilla siten, että laiturilla toimiva trukki antaa tavarain aluksessa toimivalle trukille ja päinvastoin.

Vastikkeettomat kustannukset ovat kustannuksia, joita markkinamekanismi ei hinnoittele.

Vaunukuormakuljetuksessa käytetään yhden tai useamman vaunun, mutta ei koko junan kapasiteettiä.

Yhteiskuntataloudellinen kustannus tarkoittaa esim. liikennepalveluksen aikaansaamiseksi tarvittavia kaikkia kustannuksia riippumatta siitä, kuka kustannukset maksaa.

Yksikkökustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia/suoriteyksikköä.

Yksikkötavaralla tarkoitetaan muuta tavaraa kuin joukotavara. Yksikkötavaraa on kuljetuspakkauksessa oleva, suuryksiköity, paalitettu, niputettu yms. tavara.

Yritystäloudellinen (liiketaloudellinen) kustannus tarkoittaa esim. liikennepalveluksesta sitä käyttävälle yritykselle aiheutuvaa kustannusta (menoerää).



L I I T T E E T

**POHJOIS-SUOMEN SATAMATOIMIKUNNAN ASETTAMAN  
KUSTANNUSTARKISTUSRYHMÄN RAPORTTI**



# Kustannustarkistusryhmän raportti 26.4.1972

Sisältö	Sivu
1. Johdanto	1
2. Kustannusten määrittämisessä sovellettavia yleisiä periaatteita	2
2.1 Tarkastelujakso	2
2.2 Kustannusten määrittämisperiaatteet	2
2.3 Yhteiskuntataloudelliset kustannukset	3
2.4 Kustannusten muutos ajassa ja tuottavuuden kehitys	3
3. Maakuljetukset	4
3.1 Rautatiekuljetukset	4
3.2 Kuorma-autokuljetukset	6
4. Meriliikenne-, satama- ja terminaalitoiminta	7
4.1 Meriliikenne	7
4.2 Satamatoiminta	8
4.3 Terminaalitoiminta	8
4.4 Rautatievaunujen vaihtotyökustannus satamassa	8
5. Jäänmurtaja- ja luotsaustoiminta	9
5.1 Jäänmurtajatoiminta	9
5.2 Luotsaustoiminta	10
6. Pohjois-Suomen satamatutkimuksen suunnittelumalli	10
6.1 Suunnittelumallin tavoite	10
6.2 Suunnittelumallin puutteet ja heikkoudet	11
6.2.1 Kuvaustarkkuus	11
6.2.2 Kustannukset	11
6.2.3 Rakenteelliset tekijät	12
6.3 Suunnittelumallin realistisuus ja käyttökelpoisuus	13
6.4 Suunnittelumallitoteutuksen arviointi	13
6.5 Suunnittelumallissa käytettävät tavaravirrat	13
6.6 Suunnittelumallin testaus	14
6.7 Suunnittelumallissa käytettävien lähtötietojen epävarmuudesta	14
<b>LIITTEET</b>	
1. Sosiaalikustannukset	
2. Palkkojen kehitys v. 1970-1980	
3. Tuottavuuden kehitys v. 1970-1980	
4. Rautatiekuljetuskustannukset	
5. Rautatieliikenteen kausivaihtelu v. 1970	
6. Kuorma-autokustannukset	
7. Rahtilisät vuonna 1970	
8. Aluskustannukset	
9. Tilasto Kemissä ja Oulussa v. 1970 käyneistä suomalaisista aluksista	
10. Jäävauriokustannukset	
11. Satamapaikkakunnilla sijaitsevalle teollisuudelle muiden satamien käytöstä koituvat lisäkustannukset	
12. Jäänmurtajan käyttökustannukset	
13. Lineaarisuusolettamuksista suunnittelumallissa	
14. Suunnittelumallissa käytettävien lähtötietojen epävarmuus	

# POHJOIS-SUOMEN SATAMATOIMIKUNNAN ASETTAMAN KUSTANNUSTARKISTUSRYHMÄN RAPORTTI 26.4.1972

## 1 JOHDANTO

Pohjois-Suomen satamatoimikunta päätti 8.1.1972 pitämässään kokouksessa tarkistaa mietintöluonnoksessa (toimikunnan väliraportti 11.1.1972) ja valtion tietokonekeskuksen (VTKK) laatimassa suunnittelumallissa käytettävät kustannustiedot, jotta laskelmissa voitaisiin käyttää kaikkien osapuolien hyväksymiä lähtötietoja ja jolloin myös johtopäätösten ja suositusten perustana olevat laskelmat paremmin vastaavat eri osapuolien näkemyksiä.

Satamatoimikunta asetti työtä suorittamaan kustannustarkistusryhmän, johon päätettiin kutsua jäseniksi virastojen ja yhteisöjen edustajia.

### Toimeksianto:

Kustannustarkistusryhmälle annettiin tehtäväksi tarkistaa mietintöluonnoksessa esitetyt kustannustiedot ja niiden perusteet. Ryhmän tehtäviin kuului myös tarkistaa mietintöluonnoksen ja VTKK:n suunnittelumallien kustannustietojen yhdenmukaisuus. Lisäksi ryhmän tuli tarkistaa käytetty malli ja arvioida sen käyttökelpoisuus Pohjois-Suomen satamatutkimuksessa.

Kustannustarkistusryhmä, josta jäljempänä käytetään nimeä työryhmä, on työskennellyt seuraavassa kokoonpanossa:

Virasto tai yhteisö	Edustaja
Liikenneministeriö	Dipl.ins. J. Sauna-aho
Merenkulkuhallitus	Valtiot.maist. B-G. Dahlström
Suomen Laivanvarustajain Yhdistys	Dipl.ins. P. Gruner
Suomen Lastauttajain Liitto	Ins. E. Löfberg
Suomen Satamaliitto	Dipl.ins. E. Leppänen (Helsingin kaupungin satamalaitos)
Tie- ja vesirakennushallitus	Dipl.ins. J. Hintikka
- Tiesuunnitteluosasto	Valtiot.kand. P. Autio
- Vesitieosasto	Valtiot.kand. R. Hytti
Valtionrautatiet	Dipl.ins. K. Suopohja
	Fil.kand. R. Paqvalin
	Valtiot.maist. I. Nieminen
Valtion tietokonekeskus	Valtiot.maist. V. Vaikkinen
	Fil.maist. R. Knuuttila

Työryhmän puheenjohtajana on toiminut J. Sauna-aho ja sihteerinä R. Hytti, joka samalla on ollut myös Pohjois-Suomen satamatoimikunnan edustajana työryhmässä. Lisäksi aluskustannusten tarkistukseen on osallistunut dipl.ins. R. Lehvonen, tie- ja vesirakennushallitus/vesitieosasto.

Työryhmän työn nopeuttamiseksi perustettiin alatyöryhmiä, joissa eri kustannustiedot tarkastettiin ja laadittiin mahdolliset muutosesitykset kustannusten käsittelytavoissa. Eri alatyöryhmissä oli jäseninä työryhmän puheenjohtaja, vesitieosaston ja VR:n sekä ao. sektorien edustajat.

### Alatyöryhmät olivat:

- Maaliikennetyöryhmä
- Meriliikenne-, satama- ja terminaalityöryhmä
- Jäänmurtaja- ja luotsaustyöryhmä

Työryhmä on pitänyt 20 kokousta, joissa on käsitelty alatyöryhmissä valmisteltuja esityksiä.



Kustannustarkistustyössä todettiin monia tämän kaltaiselle "pioneeritutkimukselle" tyypillisiä kustannuksiin ja niiden parametreihin liittyviä seikkoja, joita olisi tarkasteltava lähemmin, jotta laskelmissa saataisiin luotettavimpia tuloksia.

Kuitenkin osa näistä on sellaisia, joiden selvittäminen tilastojen ja lähtötietojen puutteen takia vie niin paljon aikaa, ettei Pohjois-Suomen satamatutkimuksen (PSST) yhteydessä liene mahdollisuutta eikä syytäkään selvittää niitä, vaan on tyydyttävä niiden tiedostamiseen ja niiden aiheuttamien epävarmuustekijöiden arvioimiseen, jolloin tulevaisuudessa selvityksissä voidaan ottaa nämä seikat huomioon.

2

## KUSTANNUSTEN MÄÄRITTÄMISESSÄ SOVELLETTAVIA YLEISIÄ PERIAATTEITA

### 2.1

#### Tarkastelujakso

Koska PSST:ssä tarkastellaan kuljetussektorin rakennetta ja sen muuttamisen tarvetta, on kustannusten aiheutumista tarkasteltava pitkällä aikavälillä ( $\geq 10$  v). Vain siten voidaan saada selville tietyn ratkaisun (vaihtoehdon) vaikutus kustannuksiin. Kustannusten tarkastelua pitkällä aikavälillä tulee soveltaa myös PSST:n poikkileikkaustarkastelussa (vuodet 1969 ja 1980)<sup>1)</sup>.

### 2.2

#### Kustannusten määrittämisperiaatteet

Työryhmä yhtyy PSST:ssä esitettyyn käsitykseen, jonka mukaan kustannukset pitäisi määrittää aiheuttamisperiaatteen mukaisesti, ts. vain ne vaihtoehdon kustannukset otetaan mukaan, jotka jäisivät syntymättä, ellei ko. vaihtoehtoa toteutettaisi. Omaksutun aiheuttamisperiaatteen ja tarkastelujakson mukaisesti tarkastelussa tulisi kuitenkin määrittää ja käyttää kunkin vaihtoehdon aiheuttamia lisäkustannuksia pitkällä aikavälillä. Tämä tarkoittaa sitä, että määritetään tarvittavat lisäinvestoinnit (uusinta-, parantamis- ja laajennusinvestoinnit) sekä muuttuvat kunnossapito- ja itse kuljetusten suorittamisesta aiheutuvat kustannukset.

Koska kuitenkin investointien osalta lisäkustannusten määrittäminen esim. maakuljetusten ja merikuljetusten tapauksissa on vaikeaa ja veisi paljon aikaa, työryhmä hyväksyy PSST:ssä käytetyn periaatteen. Sen mukaan investointien osalta käytetään keskimääräistä lisäkustannusta suoriteyksikköä kohden, jonka arvo on laskettu ennen vuotta 1970 suoritettujen investointien perusteella ja muutettu sitten vuoden 1970 kustannustasoa vastaavaksi. Satamien osalta ei em. periaatetta ole noudatettu, vaan investoinnit määritetään suoraan lisäinvestointeina.

Työryhmä toteaa kuitenkin tässä yhteydessä, että PSST:ta vastaavissa tapauksissa yleensä tulisi noudattaa periaatetta, jonka mukaan kullekin vaihtoehdolle määritetään lisäkustannukset (erikseen investoinnit ja muuttuvat kustannukset) pitkällä aikavälillä.

Työryhmän käsityksen mukaan tulee kaikkien liikennemuotojen osalta soveltaa myös vuoden 1970 tarkastelussa saman keskitämisen ja rationointiasteen mukaisia kustannuksia. Tämä merkitsee sitä, että rautateillä oletetaan siirryttävän kokojunakuljetuksiin tai merikuljetuksissa käytetään v. 1970 vallinneita aluskokoja niiden täyttösuhteita ja satamissa käyntien lukumäärää. Eräkoosta ja sen kehityksestä ei ole tehty selvitystä, joten ei voida sanoa missä määrin edellä mainittuja rationointitoimenpiteitä voidaan käytännössä käyttää hyväksi.

<sup>1)</sup> Vuoden 1969 poikkileikkaustarkastelussa käytetään kustannuksina vuoden 1970 mukaisia kustannuksia, koska kaikkien kustannuslajien osalta ei ollut saatavissa tietoja vuodelta 1969.



Vaikka työryhmä on pyrkinyt korjaamaan PSST:ssä käytetyissä yhteiskuntataloudellisissa lisäkustannuksissa ilmenneet puutteet, työryhmä korostaa lisäkustannusten määrittämiseen liittyviä erittäin suuria käytännöllisiä vaikeuksia. Nämä vaikeudet aiheutuvat eri liikennemuotojen toiminnallisista ja teknologisista erityispiirteistä. Ennenkuin nämä ongelmat on ratkaistu tyydyttävästi on yhteiskuntataloudellisten lisäkustannusten perusteella suoritettavaan eri liikennemuotojen vertailuun suhtauduttava tietyin varauksin. Kuitenkin tässä raportissa esitettävät kustannustiedot, ottaen huomioon käytettyjen laskentamenetelmien karkeustaso, ovat riittävän tarkat.

## 2.3

## Yhteiskuntataloudelliset kustannukset

Työryhmä yhtyy PSST:ssä noudatettuun periaatteeseen, että laskelmissa voidaan käyttää vain vastikkeellisia kustannuksia, ts. sellaisia, jotka määräytyvät markkinamekanismin mukaisesti. Markkinahintaiset kustannukset tulee muuttaa yhteiskuntataloudelliseksi korjaamalla edellisiin mahdollisesta yli- tai aliarvostuksesta johtuvat poikkeamat (välilliset verot, eläkkeiden normalisointi, subventiot jne.).

Suoritettavien korjausten suhteen työryhmä tekee kuitenkin seuraavat muutosehdotukset:

1. Välilliset verot on vähennettävä järjestelmällisesti kaikkien liikennemuotojen ja kustannusryhmien osalta.
2. Sosiaaliturvamaksu ja eläkevastuu, joita pidetään nykykäytännön mukaan kustannuksina, tulee lisätä kaikkiin henkilökustannuksiin yhtenäisin perustein, (ks. liite 1).
3. Pääoman hintana, so. laskentakorkokantana, tulisi käyttää samaa arvoa kaikkien liikennemuotojen ja kustannusryhmien osalta. Työryhmä ehdottaa valtiovarainministeriön suositukseen viitaten laskentakoron arvoksi 6 % (ja vaihtoehtoarvoiksi 3 % ja 9 %).
4. Ulkomaisen valuutan (rahdit ulkomaille ja suomalaisten alusten tarvitsemat hankinnat ulkomailla) arvostamisessa työryhmä suosittelee Suomen Pankin myyntikurssien vuosikeskiarvon v. 1970 käyttämistä.

## 2.4

## Kustannusten muutos ajassa ja tuottavuuden kehitys

Työryhmä on tehnyt selvityksiä palkkakustannusten kehityksestä (ks. liite 2) ja yhtyy PSST:ssä noudatettuun periaatteeseen palkkakustannusten muuttumisesta ajan mukaan. Sen mukaan palkkakustannusten reaalikasvu olisi 1970-luvulla 4 %/v. Sosiaaliturva- ja eläkekustannukset kasvavat vastaavasti.

Muiden tuotantopanosten yksikköarvot per suoritetyksikkö pysyvät joko muuttumattomina (tuottavuuden kasvu eliminoi reaalikustannusten nousun) tai muuttuvat tuottavuuden kasvun mukaan. Työryhmä on suorittanut laskelmia tuottavuuden kehityksestä ja esittää selvitysten tulokset liitteessä 3.

Arvioitaessa olemassa olevan liikenneverkon uusimiseksi, parantamiseksi tai laajentamiseksi tarpeellisia investointeja aikaisemmin suoritettujen investointien perusteella, tulee pääomakustannuksen arvo suoritetyksikköä kohden, jota investoinnin arvioinnissa käytetään, määrittää tarkastelujakson alun (1970) kustannustason mukaisesti, kuten kohdassa 2.2 todettiin.



### 3 MAAKULJETUKSET

#### 3.1

#### Rautatiekuljetukset

Työryhmä on työssään ottanut lähtökohdaksi edellä kohdassa 2 esitetyt yleiset periaatteet. Rautatiekustannusten osalta on kiinnitetty huomiota ja tarkistettu seuraavat kustannustekijät:

a) Radan ja rakenteiden poisto on määritetty vuoden 1970 kustannustason mukaisesti ja laskentakorkona on käytetty 6 %. Liitteessä 4 on poistot määritetty 33 vuoden tasapoistoina jälleenhankintahinnasta ja oletettu laskentakoroksi em. 6 %.

Rautatiehallituksen edustajan mielestä poistoja ei kuitenkaan voitaisi laskea lisäkustannuksiksi, koska aiheuttamisperiaatteen mukaan eivät Pohjois-Suomen satamakuljetusten eri vaihtoehtoiset ratkaisut toisistaan kokonaisliikenteen kannalta vain vähän poiketen vaikuta rautateiden radan ja sen kiinteiden laitteiden investointeihin muualla kuin itse satama-alueella. Tätä laskentatapaa ehdottaa rautatiehallituksen edustaja käytettäväksi yhdessä herkkyyksianalyysin vaihtoehdossa.

Liikenneministeriön edustajan näkemyksen mukaan radan ja rakenteiden poisto on otettava mukaan edustamaan uusimis- ja parantamiskustannuksia. Arvioitaessa radan ja rakenteiden uusin- ta- ja parantamisinvestointitarvetta tarkastelujaksolla tulisi noudattaa edellä kohdissa 2.2 ja 2.4 esitettyjä periaatteita. Niiden mukaan tulisi radan ja rakenteiden pääomakustannus ja siitä edelleen pääomakustannus per suoriteyksikkö v. 1970 määrittää radan ja rakenteiden suoriteyksikköä kohden lasketun kulumisen perusteella. Kulumisen arvioinnissa tulisi käyttää riittävän pitkää tarkastelujaksoa, jotta suoriteyksikköä kohden määritetyn kulumisen riippuvuus vaunukuormatavaraliikenteestä saataisiin riittävän tarkoin selville. Kulumisesta aiheutuva pääomakustannus tulisi määrittää annuiteettimenetelmällä, kuten muidenkin liikennemuotojen osalta on tehty, ja vuoden 1970 hintatason mukaisesti. Näin määritettynä saadaan korkeampi pääomakustannus per suoriteyksikkö kuin se mitä on käytetty jäljempänä olevissa laskelmissa.

b) Kaluston pitoaikoina on käytetty todellisia pitoaikoja, vau- nujen osalta 30 vuotta ja veturin osalta 25 vuotta.

c) Keskimääräiset kustannukset on muutettu lisäkustannuksiksi vähentämällä yhteiskustannukset edellisistä.

d) Rautatietaloudelliset keskimääräis- ja lisäkustannukset on muutettu yhteiskuntataloudellisiksi kustannuksiksi normalisoi- malla eläke- ja sosiaalikustannukset sekä vähentämällä kaikki välilliset verot sekä lisäämällä onnettomuuskustannukset.

e) Työryhmä toteaa, että pitkällä aikavälillä kaikki kustannuk- set ovat muuttuvia. Kuitenkin tarkasteltaessa tietyn vuoden poikkileikkaustilannetta tulee osaa pitkän aikavälin muuttuvista kustannuksista käsitellä kiinteinä liikenteen huipun määrittäminä. Näitä ovat mm. huipun mukaan määritellyt henkilöstökustannuk- set, koska henkilöstö palkataan koko vuodeksi. Poikkileikkaus- tilanteessa muuttuvien kustannusten osuus lisäkustannuksista on noin 33 % tkm:stä riippuvista kustannuksista ja noin 23 % tonneista riippuvista kustannuksista sekä vastaavat luvut keskimääräisten kustannusten osalta ovat 22 % ja 20 %.

f) Työryhmä on analysoinut vuoden 1970 (jolloin oli kova talvi) rautatiekuljetusten kausivaihtelua ja todennut, että Pohjois-Suomen teollisuuden vientikuljetusten vaikutus rautateiden kausivaihteluun on vähäinen tarkasteltaessa kuormassa kuljetettuja vaunuja. Nii- den määrä (tarve) ensimmäisellä kolmanneksella (talvi) oli 95 %

toisen ja kolmannen kolmanneksen keskimäärästä (vaunutarpeesta). Lähtevien vaunujen osalta vastaava luku oli 102 % ja saapuvien 88 %. Rautateiden kustannuksiin eniten vaikuttavien suoritteiden, tonnikilometrien osalta talvihiipun vaikutus keskikuljetusetäisyyden kasvun takia on suurempi. Ensimmäisellä kolmanneksella kuljetusten aiheuttamat tkm olivat 115 %, toisen ja kolmannen kolmanneksen keskimääräisistä tkm:stä. Lähtevän tavarahan osalta vastaava luku oli 138 % ja saapuvan tavarahan osalta 94 % (katso liitettä 5).

Liitteestä 5 ilmenee myös koko maan kausivaihtelut.

g) Laskettaessa vuodelle 1970 kokojunakuljetusten mukaisia yksikkökustannuksia on tehty seuraavat olettamukset: Junapaino on nostettu nykyisestä keskimääräisestä 800 tonnista 1300 tonniin, jolloin junasuorite- ja vetokaluston kuoletuskustannukset ovat pienentyneet 0,62 kertaisiksi ( $\frac{800}{1300}$  kert.). Matkavaihtotyökustannus on pienentynyt  $\frac{2}{3}$  mikä perustuu olettamukseen, että vaunujen tyhjänäkukuprosentti on pidetty myös kokojunaratkaisussa nykyisellä (28-40 %) tasolla.

h) Kokojunakuljetusten yksikkökustannukset vuonna 1980 on saatu

- olettamalla henkilöstökustannuksen (palkat ja sosiaalikustannukset) per työntekijä kasvavan 4 % vuodessa,
- olettamalla tuottavuus liitteen 4 mukaan niin suureksi, että kustannusten aleneminen suoriteyksikköä kohden on noin 2 % vuodessa huolimatta em. henkilöstökustannusten kasvusta.

i) Kustannusten kohdistamista eri kausille suunnittelumallissa tarkastellaan mallin käsittelyn yhteydessä.

Liitteessä 4 esitetään rautatiehallituksen edustajan laskemat pitkän aikavälin

1. rautatietaloudelliset keskimääräis- ja mietinnön luvun 1.2.4 mukaiset lisäkustannukset yksikköä (tkm ja t) kohden sekä edellisistä johdetut vastaavat
2. yhteiskuntataloudelliset kustannukset.

Pitkän aikavälin lisäkustannukset ovat pelkästään vaunukuormatavaraliikenteen erilliskustannuksia, jotka perustuvat rautatiehallituksen edustajan mukaan erillisselvityksiin. Näistä erillisselvityksistä työryhmä ei ole saanut tietoja.

Rautatietaloudellisia erilliskustannuksia laskettaessa on pyritty arvioimaan, kuinka paljon rautateiden kokonaiskustannukset pitkällä aikavälillä vähenisivät, jos muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina kyseinen liikennelaji lopetettaisiin. Arvion tulokseksi saatu kustannussumma ilmoittaa kyseisen liikennelajin erilliskustannukset.

Työryhmä on analysoinut tavara- ja henkilöliikenteen erilliskustannuksia v. 1970 hallinnollisen kirjanpidon mukaan. Henkilöliikenteen erilliskustannukset olivat 138,5 mmk, koko tavaraliikenteen 329,4 mmk, josta vaunukuormatavaraliikenteen osuus oli 239,4 mmk (v. 1969 oli vastaava arvo 255,7 mmk, jossa poisotot olivat reaalisina). Rautatieliikenteen kokonaiskustannukset v. 1970 olivat 623,5 mmk, joten yhteiskustannusten määrä oli 155,6 mmk, eli 25,0 %.



Vuonna 1970 keskimääräiset kustannukset ovat tonnikilometrien osalta 44 % ja tonnien osalta 14 % suuremmat kuin lisäkustannukset. Vuonna 1980 ovat vastaavat prosenttiosuudet 55 ja 17 %. Keskimääräis- ja lisäkustannusten ero aiheutuu siitä, ettei lisäkustannuksiin sisällytetä yhteiskustannuksia.

Työryhmä toteaa, että yhteiskustannusten osuus on niin korkea (tällä hetkellä 25 % kokonaiskustannuksista koko rautatietoi-  
minnan osalta ja se näyttää kasvavan kuten yleisesti palveluelin-  
keinoissa), että sillä on ratkaiseva merkitys vaihtoehtolaskel-  
missa. Tästä syystä olisi työryhmän mielestä tulevia selvityk-  
siä silmälläpitäen erityisen tarkasti tutkittava rautateiden kus-  
tannusten jakautumista erillis- ja yhteiskustannuksiin.

Liitteen 4 taulukossa 1 on esitetty rautatietaloudelliset lisä- ja keskimääräiskustannukset v. 1970. Vastaavat yhteiskuntatalou-  
delliset kustannukset ovat taulukossa 2.

Suunnittelumallin avulla tarkastellaan tietyn vuoden poikkeleik-  
kaustilannetta. Pitkän aikavälin kustannukset on jaettu vuoden  
sisällä muuttuviin ja kiinteisiin edellä esitettyjen kustannus-  
laskentaperiaatteiden mukaisesti.

Liitteen 4 taulukossa 3 on esitetty muuttuvien, ei huipusta riip-  
puvien kustannuskomponenttien osuus tkm- ja tonnikustannuksista.

Taulukoissa 4 ja 5 on jaettu vuoden 1970 yhteiskuntataloudelli-  
set lisä- ja keskimääräiskustannukset edellä olevan perusteella  
muuttuviin ja kiinteisiin osiin. Viimeksi mainittu osuus on las-  
kettu huippukauden suoritemäärää kohti.

Taulukossa 6 on esitetty kokojunakuljetuksiin siirtymisen pie-  
nentävä vaikutus tonnikilometrikustannuksiin.

Taulukossa 7 ovat lisä- ja keskimääräiset kokojunakuljetuksen  
yksikkökustannukset vuonna 1970.

Taulukoissa 8 ja 9 ilmenevät kokojunakuljetusten yhteiskunta-  
taloudellisten lisä- ja keskimääräiskustannusten muuttuvat ja  
kiinteät osuudet v. 1970.

Taulukossa 10 ovat lisä- ja keskimääräiset kokojunakuljetuksien  
yksikkökustannukset vuonna 1980.

Taulukoissa 11 ja 12 on esitetty kokojunakuljetusten yhteiskun-  
tataloudelliset lisä- ja keskimääräiskustannukset v. 1980 jaet-  
tuna muuttuviin ja kiinteisiin osuuksiin.

Kö. kustannukset on saatu vuoden 1970 kokojunakuljetusten yksikkö-  
kustannuksista soveltamalla edellä kohdassa h) esitettyjä peri-  
aatteita.

### 3.2

#### Kuorma-autokuljetukset

Kuorma-autokustannusten tarkistustyössä on noudatettu kohdassa  
2 esitettyjä yleisperiaatteita.

Liitteessä 6 esitetään edellä mainituin perustein suoritettut kor-  
jaukset ja korjatut yksikkökustannukset.

Työryhmä korostaa, että suunnittelumallissa rautatie- ja kuorma-  
autokuljetukset eivät ole varsinaisesti kilpailevia liikennemuotoja.

## MERILIIKENNE JA SATAMA - JA TERMINAALITOIMINTA

## 4.1

## Meriliikenne

Meriliikenteen osalta on tarkistustyössä noudatettu kohdassa 2 esitettyjä yleisperiaatteita.

Suomalaisten ja ulkolaisten alusten kuljetuskustannukset

Työryhmä toteaa, että ulkolaisten alusten yhteiskuntataloudelliset kuljetuskustannukset tulisi määrittää maksettujen merirahlien, rahtilisien sekä muiden mahdollisten lisäkustannusten mukaan eikä ajoajan ja alusten päiväkustannusten avulla. Tämä perustuu siihen, että ulkomaisten alusten käytöstä aiheutuvat yhteiskuntataloudelliset kustannukset maallemme ilmenevät maksettuna rahteina. Koska kuitenkin ulkolaisten alusten yhteiskuntataloudellisia kustannuksia, rahtilisiä lukuunottamatta (liite 7) ei ole pystytty selvittämään kyllin luotettavasti, käytetään laskelmissa suomalaisten alusten kustannuksia.

Satamatutkimuksen suorittajien (vesitieosaston edustajien) mielestä ei edellä esitetty keskimääräisten kustannusten käyttö alusliikenteen osalta ole yhdenmukainen esim. rautatiekustannusten käsittelyn kanssa. Tästä syystä heidän mielestään olisi selvitettävä, kuinka kohdassa 2 esitetty lisäkustannusperiaate voitaisiin ottaa aluskustannuksissa huomioon samalla tavalla kuin rautatiekustannusten kohdalla on tehty, ts. selvitettäisiin, kuinka paljon alukselle aiheutuu lisäkustannuksia, jos se noutaa lastinsa esim. Kemistä (tai muusta Pohjois-Suomen satamasta) Porin (tai muun Etelä-Suomen sataman) sijasta.

Ulkolaisen tonniston osuus merikuljetuksistamme on nykyisin yli puolet. Työryhmän tekemän trendiennusteen mukaan v. 1980 ulkolaisen tonniston osuus on 60 %. Työryhmä ehdottaa, että vuonna 1969 käytetään ulkolaisen tonniston osuutena 50 ja v. 1980 60 %.

Merikuljetuskustannukset lasketaan seuraavasti: Kuljetuskustannus = ajoaika x ajokustannus + seisonta-aika satamassa x seisonnakustannus + jäävauriokustannus.

Sekä pääoma- että käyttökustannuksina laskelmissa käytetään v. 1970 hankittujen uusien alusten kustannuksia.

Kohdassa 2 määriteltyjen periaatteiden soveltaminen merkitsee, ettei varustamolisää tule laskea aluskustannuksiin. Aluskustannusten käsittely muuttuvina katsottiin tarkoituksenmukaisiksi. Alusten vuotuisena käyttöaikana käytetään 360 vrk päiväkustannuksia laskettaessa. Tämä perustuu eräältä varustamolta saatuun tietoon, että relakointiaika/alus on keskimäärin 3-4 vrk/vuosi.

Liitteessä 9 on esitetty suomalaisten alusten päiväkustannukset (ajossa ja satamassa) vuonna 1970 ja 1980.

Työryhmä painottaa aluskustannuksissa olevia epävarmuustekijöitä, jotka aiheutuvat aluskannan heterogeenisuudesta sekä yhtenäisen tilastointi- ja laskentajärjestelmän puutteesta.

Aluskoko

Työryhmä on tarkistanut laskelmissa käytettävien tyyppialusten aluskoot, jotka ilmenevät liitteestä 8.

Alusten täyttösuhde

Työryhmä analysoi erään suomalaisten varustamon alusten keskimääräisiä täyttösuhteita ja totesi näiden olevan noin 76 % vientiliikenteessä ja noin 20 % tuontiliikenteessä, sekä vuoden 1970



Ke min ja Oulun satamissa käyneiden suomalaisten alusten keskimääräisiä täyttösuhteita, jotka ilmenevät liitteessä 9.

Laskelmissa käytetään kuivalastialuksista aluskokojen 1.800, 2.400, 3.500 ja 4.000 DWT ja kaikkien joukkotavara-alusten täyttösuhteena 50 % ja muiden kuivalastialusten (6.000, 7.000, 10.000 ja 13.000) osalta 40 %.

#### Satamissa kiertely

Alusten kiertely useammissa satamissa ja siitä syntyvät kustannukset otetaan huomioon kuten VTKK:n raportissa 31.12.1971 on esitetty. Keskitetyssä liikenteessä ei esiinny satamissa kiertelyä. Nykyisen kaltaisessa hajautetussa liikenteessä otetaan huomioon satamissa kiertelyn aiheuttamat kustannukset täysmääräisinä.

#### Alusten kulkunopeus

Avovesiolosuhteissa käytetään nopeutena alusten normaalia kulkunopeutta. Jäissä liikuttaessa käytetään jäänmurtaajan avustusnopeuden mukaista nopeutta. Lisäksi olisi otettava huomioon alusten odotusajasta jäissä, ennen kaikkea murtaaja-avun odottaminen, aiheutuva nopeuden vähennys. Tätä ei ole kuitenkaan voitu selvittää tietojen puutteen takia.

#### Alusten jäävauriot

Työryhmä on selvittänyt alusten jäävauriokustannuksia jakamalla kustannukset jäävaurioiden korjauskustannuksiin ja korjauksesta aiheutuviin telakointiaikakustannuksiin ja esittää selvitykset tuloksineen liitteessä 10. Työryhmä ehdottaa kuitenkin, että tulevia selvityksiä silmälläpitäen jäävauriokustannuksia telakointiaikakustannuksineen pyrittäisiin tarkentamaan.

### 4.2

#### Satamatoiminta

Satamiin suoritettavien eri vaihtoehtojen edellyttämät uusinta-, parannus- ja laajennusinvestoinnit voidaan määrittää ennakoitavien todellisten investointien perusteella kuten todetaan kohdassa 2. Todettakoon kuitenkin, että tällä hetkellä kaikissa satamissa on ainakin ajoittain käyttämätöntä kapasiteettia (etenkin vanhentuneiden rakenteiden osalta). Mietinnössä esitettyjä sataman pitäjälle tavaran käsittelystä aiheutuvien kustannusten määrittämisperiaatteita voidaan pitää oikeina.

### 4.3

#### Terminaalitoiminta

Tariffien perusmaksut eivät kata todellisia kustannuksia, vaan näiden lisäksi tulevat perusmaksujen suuruiset lisäkustannukset.

Kun tuotantolaitos sijaitsee sataman läheisyydessä, mutta lähettää tuotteensa jonkin toisen sataman kautta, aiheutuu tästä menettelystä tuotantolaitokselle joissakin tapauksissa lisäkustannuksia ja joissakin tapauksissa lisäsäästöjä. Tästä aiheutuu yhteiskunnalle vastaavasti lisäkustannuksia tai -säästöjä. Näitä koskeva selvitys, joka perustuu mm. työryhmän jäsenten käynteihin Kemissä ja Oulussa sijaitsevilla tuotantolaitoksilla, on esitetty liitteessä 11.

### 4.4

#### Rautatievaunujen vaihtotyökustannus satamassa

Työryhmä esittää rautatievaunujen yhteiskuntataloudelliseksi vaihtotyökustannuksiksi satamassa:

	1970 mk/t	1980 mk/t
nykyisessä kuljetusjärjestelmässä	1.26	0.91
satamaterminaalissa	0.63	0.46

Tästä kustannuksesta arvioidaan 50 % olevan kiinteitä eli liikenteen huipun määrittämiä.

## 5 JÄÄNMURTAJA- JA LUOTSAUSTOIMINTA

### 5.1 Jäänmurtajatoiminta

Työryhmä toteaa, että laskelmissa käytetty avustuksen määritelmä on suppea, koska siinä luetaan avustetuiksi vain välittömästi jäänmurtajia seuraavat alukset.

Koska avustuksen laajempi määrittelemineen vaatii runsaasti lisätietojen keruuta ja mallin muuttamisen, työryhmä katsoo tässä yhteydessä tarkoituksenmukaisimmaksi noudattaa mallissa käytettyä menettelyä.

#### Kustannukset

Jäänmurtajien pääoma- ja käyttökustannusten laskentaperusteet ovat tarkoituksenmukaiset. Kuitenkin jäänmurtajien poistokustannukset tulee käsitellä laskelmissa käytöstä riippuvina.

Käyttökustannuksia korjattiin kohdan 2 periaatteiden mukaan lisäämällä miehistökustannuksiin sosiaaliturva- ja eläkevastuukustannukset ja vähentämällä välilliset verot poltto- ja voiteluaine- sekä ruokakustannuksista. Korjaus pienensi käyttökustannuksia noin 5 %, laskelmat ilmenevät liitteestä 12.

#### Avustuskyky

Jäänmurtajien avustuskykyä määritettäessä on mallissa käytetty maksimiajotuntimäärää 600 h/kk ja maksimivastustuntimääränä 420 h/kk.

Työryhmä analysoi vuoden 1971 talvikaudella (16.1.-15.4.1971) jäänmurtajatoimintaa Perämerellä. Siellä toimi kolme jäänmurtajaa: Apu, Varma ja Tarmo, joista viimeksimainittu tuli Perämerelle vasta tammikuun lopulla. Niiden keskimääräinen avustustuntimäärä oli 260 h/kk ja ajotuntimäärä 360 h/kk sekä maksimiavustustuntimäärä maaliskuussa:

Varma	600 h ajoa, josta 509 h avustusta
Apu	595 h ajoa, josta 449 h avustusta
Tarmo	303 h ajoa, josta 218 h avustusta

Koska jäänmurtajat ovat kyenneet avustamaan 450-510 h/kk, pitää työryhmä käytettyä maksimiajotuntimäärää 600 h/kk ja maksimivastustuntimäärää 420 h/kk realistisena.

#### Avustusnopeudet, avustusmatkat ja avustetut tonnimäärät

Suunnittelumallissa on nopeuksina käytetty 9 solmua välikaudella ja talvikauden helppoilla jääosuuksilla sekä 6 solmua normaali- ja talvikauden vaikeilla jääosuuksilla (ankarana talvena avustusnopeus pienempi, mietintöluonnoksen taulukko 52). Vastaavat avustustonnimäärät ovat olleet 9.000 ja 3.000 t (Avustettavaa tonniamäärää arvioitaessa on vaikeissa olosuhteissa oletettu jäänmurtajaa seuraavan 1 alus ja helppoissa olosuhteissa useampia aluksia.)



Avustusmatkat ovat olleet Kemiin ja Ouluun välikaudella 280 mpk ja talvikaudella 300 mpk helppoa jääosuutta ja 280 mpk normaalia jääosuutta.

Työryhmän analysoima aineisto koskee vain yhtä talvea, joka oli leudon ja normaalin rajamailla. Lisäksi pohjoisten satamien aukipitäminen tuli yllättäen, joka oletettavasti vaikutti liikennemääriä vähentävästi. Vielä on huomattava, että analysoinnissa ei ole pystytty selvittämään kerralla avustettujen alusten lukua ja niissä yhteensä ollutta tavaramäärää, vaan avustusta saaneiden alusten keskimääräinen lasti. Lisäksi merenkulkuhallitus asetti liikennerajoituksia, joista ankarin rajoitus 3000 dwt ja täysi lasti tai 3000 t lastia sekä jäämaksuluokka I A koski noin 1 kuukauden ajan Kemin ja Oulun satamia sekä noin kaksi viikkoa Raahen, Ykspihlajan ja Pietarsaaren satamia. Edellä olevan huomioonottaen työryhmä on päättänyt seuraavaan ehdotukseen:

- avustusnopeutena olisi käytettävä 8 solmua sekä talvi- että välikaudella,
- analysoinnista saadut avustusmatkat ovat mallissa käytettyjä huomattavasti pienempiä (leuto talvi). Todellisia avustusmatkoja ei tietojen puutteessa pystytä luotettavasti selvittämään. Koska avustusmatkojen pituuksilla on huomattava merkitys, työryhmän mielestä olisi analysoitava useamman pituisten matkojen vaikutus mallin lopputulokseen,
- vuoden 1969 kerralla avustettuina lastimäärinä kuljetussuuntaan tulisi käyttää mallissa käytettyjen ohella 2500 ja 7500 t.

## 5.2

### Luotsaustoiminta

Työryhmän käsityksen mukaan luotsauskustannuksilla ei ole merkitystä vaihtoehtojen keskinäiseen edullisuuteen, koska erot ovat pieniä, eikä niitä ole syytä ottaa mukaan malliin.

Kokonaiskuvan saamiseksi merenkulun kustannuksista luotsauskustannukset voidaan jälkikäteen lisätä mallin antamiin kustannuksiin.

## 6

### POHJOIS-SUOMEN SATAMATUTKIMUKSEN SUUNNITTELUMALLI

#### 6.1

##### Suunnittelumallin tavoite

Suunnittelumallia rakennettaessa tavoitteeksi asetettiin kuvata Pohjois-Suomen merikuljetuksia ja siitä aiheutuvia yhteiskuntataloudellisia kustannuksia kuljetusten ja satamatoiminnan osalta eri vuodenaikoina. Mallin avulla pyrittiin löytämään se kuljetusjärjestelmä (reitit ja kulkumuodot), joka minimoi yhteiskuntataloudelliset kuljetuskustannukset. Tärkeimmiksi kysymyksiksi muodostuivat liikenteen mahdollinen keskittäminen tiettyihin satamiin ja kausivaihtelun eri kulkumuodoille aiheuttamien ongelmien ratkaiseminen.

Lisäksi on todettava, että suunnittelumallin kokeilulla Pohjois-Suomen satamatutkimuksessa on haluttu saada kokemusta mallien käytöstä tämänkaltaisissa tehtävissä. Koko maan satamatutkimusta ajatellen onkin Pohjois-Suomen satamatutkimuksen suunnittelumallin avulla saatu ensiarvoisen tärkeätä kokemusta mallityöstä siihen liittyvine vaikeuksineen. Samalla on myös todettu tämän mallin käytön edellyttävän huomattavasti enemmän tilasto- ja kustannustietoutta kuin aikaisemmin suoritettujen selvitysten yhteydessä.

## 6.2 Suunnittelumallin puutteet ja heikkoudet

Suunnittelumallin realistisuutta sekä käyttö- ja kehityskelpoisuutta voidaan arvioida erikseen nykyisessä PSST-käytössä tai liikennesuunnittelun välineenä yleensä. Mallin realistisuuden määrittää laskentamenetelmä ja lähtötiedot ja näiden yhteensopivuus.

### 6.2.1 Kuvaustarkkuus

#### Aluejako

Pohjois-Suomi on kuvattu yhtenätoista tuotanto- ja kulutuspisteinä. Näistä pisteistä seitsemän sijoittuu satamakaupunkeihin ja neljä sisämaahan. Pisteiden määräytymiseen on vaikuttanut tuotannon tai kulutuksen keskittyminen tiettyyn kohtaan ja liikenneverkon rakenne. Tämä kuvaustapa sopii Pohjois-Suomen elinkeinoelämään, koska Pohjois-Suomelle on tunnusomaista tuotannon keskittyminen muutamiiin suuriin tehtaisiin, joiden kuljetukset muodostavat valtaosan Pohjois-Suomen kuljetustarpeesta. Lisäksi Pohjois-Suomen satamien tuonti on em. tehtaiden raaka-aineiden tuontia. Kuitenkin työryhmä on katsonut tarpeelliseksi, että Kemijärven selluloosatehtaan vientikuljetukset (125.000 t/v) erotetaan Kemian (Lapin) tuotantopisteestä, koska selluloosan vientikuljetus Kemijärveltä poikkeaa luonteeltaan Kemian muista vientikuljetuksista.

Ulkomaat on ryhmitetty kahdeksaan alueeseen. Aluejaossa on eräitä puutteita, jotka johtuivat lähtötiedoista. Yrityshaastattelussa ei saatu selville ulkomaista määräsatamaa, tästä johtuu että eräiden maiden (lähinnä Saksan Liittotasavallan ja Ranskan) osalta on ollut vaikea määrittää kuljetuksiin soveltuvinta aluskokoa.

#### Tavaralajit

Mallin tavarajako ei ole täysin onnistunut etenkin yksikkötavaran osalta, koska nykyisessä muodossa yksikkötavara käsittää keskenään samanlaisia mm. sahatavaran, paperin, levyt ja metalliteollisuuden tuotteet, näitä ei kuitenkaan käytännössä kuljeteta samoilla kuljetusvälineillä.

#### Kaudet

Mallin kausijako olisi syytä tarkistaa, koska nykyisen kausijaon mukaan aluksille aiheutuu jäävauriokustannuksia myös avovesikautena. Sopivampi kausijako Pohjois-Suomen kannalta saattaisi olla:

avovesikausi	6 kk (kesä- marraskuu)
välikausi	4 kk (jouluku- tammikuu ja huhti- toukokuu) ja
talvikausi	2 kk (helmi- maaliskuu)

#### Mallin kattavuus

Malli kuvaa vain osaa koko Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista. Tästä aiheutuu, ettei kuljetusten optimoinnissa voida tarkastella koko Suomen kannalta edullisinta kuljetusratkaisua. Lisäksi mallissa tulisi olla jollain tavalla mukana kotimaan kuljetukset, joilla ainakin Pohjois-Suomen osalta on merkitystä lopputulokseen.

### 6.2.2 Kustannukset

Suunnittelumallin perustana olevan ajattelutavan mukaan tarkastellaan samanaikaisesti toisaalta kapasiteettivarauksen aiheuttamaa kustannusta, jonka määrittää huippukausi, ja toisaalta kapasiteetin käytöstä aiheutuvia kustannuksia. Vaikka kaikki kustannukset ovat pitkällä aikavälillä muuttuvia, ovat kuitenkin kapasiteettivarauksen aiheuttamat kustannukset yhden vuoden jaksolla kiinteitä.



Liikennemuotojen erikoispiirteistä johtuen käsitellään kuitenkin eri liikennemuotoja eri tavoin. Niinpä rautatieliikenteen, jäänmurtaja- ja satamatoiminnan kustannuksia tarkastellaan edellä mainitun ajattelutavan mukaan, mutta alusten ja kuorma-autojen kaikkia kustannuksia pidetään käytöstä suoraan riippuvina.

Pohjois-Suomen vientikuljetusten kustannuksia tarkasteltaessa ovat pisimmällä kaudella so. avovesikaudella alusten kustannukset ja rautateiden muuttuvat kustannukset suurinpiirtein samalla tasolla. Tällöin pienikin muutos joko alusten tai rautateiden muuttuvissa kustannuksissa saattaa aiheuttaa huomattavan muutoksen liikenteen sijoittelussa. Tästä syystä on kiinnitettävä erittäin suurta huomiota mainittuun seikkaan ja pyrittävä herkkyyksianalyysin avulla toteamaan kustannuksiin sisältyvän epävarmuuden merkitys.

Käsittelykustannukset satamissa on jätetty mallista pois, koska ne on oletettu samoiksi kaikissa. Tämä ei ainakaan nykyisin pidä täysin paikkaansa ja tästä aiheutuu, ettei malli käsittele satamien työnjaon koordinoitua, vaan tämä jää mallin tulokinnan yhteydessä suoritettavaksi. Lisäksi satamien pitkän aikavälin muuttuvia kustannuksia käsitellään mallissa kiinteinä ja yhtä suurina per välitetty tavaratonni kaikissa satamissa, josta aiheutuu, että satamien kapasiteettia mitoitettaessa ei oteta huomioon satamien yksilöllisiä eroja.

Luotsauskustannukset on jätetty mallin ulkopuolelle ja ne voidaan lisätä tarvittaessa mallin antamaan ratkaisuun jälkikäteen, koska ne eivät juuri vaikuta reitinvalintaan satamakohhtaisten erojen pienuuden johdosta.

Merikuljetuskustannuksia tarkastellaan mallissa vain tietyn Itämerellä olevan pisteen (Gotska Sandön) ja suomalaisen sataman välillä. Haluttaessa tarkastella eri kustannuserien osuutta koko kuljetusketjun kustannuksista on Gotska Sandön ja ulkomaan väliset kustannukset lisättävä. Tämä lisäys voidaan suorittaa jälkikäteen, koska tällä ei ole vaikutusta mallin ratkaisuun.

### 6.2.3

#### Rakenteelliset tekijät

Laskentamenetelmä on useissakin kohdin ylitarkka käytettyihin lähtötietoihin nähden. Ylitarkan mallin haittana on tavoitteeseen ja tulokseen nähden kohtuuttomat suunnittelu- ja tietokonekustannukset. Lisäksi mallin johonkin parametriin sisältyvä virhe saattaa vaikuttaa ratkaisevasti mallin lopputulokseen. Virheen vaikutusta pyritään tarkastelemaan herkkyyksianalyysien avulla. Kuitenkin, jotta kaikkia tekijöitä voitaisiin tutkia edes muiden pysyessä ennallaan (puhumattakaan ristikkäisvaikutuksista), nousisi herkkyyksianalyysien määrä suureksi. Tämän vuoksi on herkkyyksianalyysi rajoitettava tärkeimpiin ja/tai epävarmimpiin parametreihin.

Eräs olennaisimpia tekijöitä mallin ratkaisussa ovat alusten jäissäkulkumatkan pituus ja jäänmurtajan kerralla avustama tonnimäärä, joiden muutoksiin malli reagoi herkästi.

Nykyiset laskentamenetelmät samoin kuin käytetty malli ja erityisesti niissä sovellettu lineaarisuusolettaamus aiheuttaa kaavamaisuutta, joten niistä puuttuu käytännön elämässä ilmevä joustavuus. Kuitenkin on luultavaa, ettei se useimpien kustannuserien osalta aiheuta ratkaisevaa virhetta.

Malli kuvaa normaalitalven kuljetuksia. Tämän lisäksi olisi tutkittava riskitalvien tarvitsemia resursseja, koska riskitalvien mahdollisuus on resurssien mitoituksessa otettava huomioon tavalla tai toisella.



## 6.3

## Suunnittelumallin realistisuus ja käyttökelpoisuus

Käytettävissä olevat lähtötiedot ovat osoittautuneet riittämättömiksi, josta syystä lähtötietojen hankkimiseksi on jouduttu suorittamaan lukuisia erillisselvityksiä. Voidaankin todeta, että suunnittelumallin käyttökelpoisuus asetetun tavoitteen saavuttamiseksi on vielä todistamatta. Jotta malli olisi käyttökelpoisempi, on lähtötietoja tarkennettava.

Edellä esitetyistä puutteista ja heikkouksista osa johtuu lähtötiedoista ja osa malliteknisistä syistä. Näistä puutteista ja heikkouksista seuraa, ettei malli nykyolosuhteissa voi kuvata todellisuutta muuta kuin erittäin karkealla tavalla keskittyen vain eräisiin tärkeimpiin vaikutustekijöihin. Näinollen mallin käyttökelpoisuus rajoittuu yleiskuvan luomiseen kuljetustoiminnasta muiden tarkastelutapojen ohella.

Nykyään vientikuljetusten kysynnässä esiintyvä voimakas kausivaihtelu aiheuttaa vaikeuksia tarkasteluun. Tulevaisuudessa kuljetusten kysyntä on oletettu nykyistä tasaisemmaksi. Tällöin ei mallissa esiinny niin voimakkaita kausivaihteluita tavaravirroissa kuin nykyisin.

Nyky- ja Perämerivaihtoehtojen tarkastelu mallin avulla on epä-tarkoituksenmukaista.

Harkittaessa suunnittelumallin soveltuvuutta käytettäväksi koko maan satamaselvityksessä on kiinnitettävä huomiota mm. seuraaviin seikkoihin:

- riittävien lähtötietojen (mm. tilasto- ja kustannustietojen) saantiin ja
- mallin tarvitseman tietokonekapasiteetin riittävyyteen koska muuttujien määrä todennäköisesti kasvaa.

## 6.4

## Suunnittelumallitoteutuksen arviointi

Lineaariseen ohjelmointiin perustuvan suunnittelumallin siirto matemaattiseen muotoon ja edelleen tietokoneelle ei ole tuottanut hankaluutta. Jälkimmäistä työvaihetta on oleellisesti helpottanut valmiiden pakettiratkaisujen olemassaolo, joka vuorostaan on vähentänyt tietokoneohjelmointia nopeuttaen mallin valmistumista. Menettely on rajoittanut kuvausmahdollisuuksia ja näin lisännyt mallin jäykkyyttä. Suoraviivaisilla riippuvuusoletuksilla ei kaikkia tarkisteltavia ilmiöitä voitane kuvata ilman asioiden yksinkertaistamista. Mallissa ei myöskään ole kyetty tyydyttävästi ratkaisemaan mm. jäissäkulumatkan kehitystä talven eri vaiheissa (liite 13).

Tarkasteltaessa mallin käyttökelpoisuutta apuvälineenä Pohjois-Suomen ulkomaankaupan kuljetuksia koskevien suositusten teossa, voidaan mallitulostuksesta todeta seuraavaa. Tulostus jakaantuu 1) kustannus- 2) suorite- ja 3) tavaravirtaraporttiin sekä lisäksi erilaisia tietoja kuten rajakustannuksia, mallin syöttötietoja yms. sisältävään yleiseen osaan. Tämä tulostusaineisto, jota tarpeen tullen voidaan laajentaa, on raporttien kannalta riittävä. Rajakustannustulostus sitävästoin on vaikeasti tulkittavissa ja siitä puuttuu mielenkiintoisin osuus rajakustannustiedoista, jossa ilmeneisi paljonko kustannukset lisääntyisivät poikettaessa optimireitistä jollekin vaihtoehtoiselle reitille. Ottaen huomioon tällaisen tulostuksen aiheuttamat laskennalliset vaikeudet on edellä kuvattu puute toisaalta täysin ymmärrettävissä.

## 6.5

## Suunnittelumallissa käytettävät tavaravirrat

Tavaravirrat perustuvat suoritettuun yrityshaastatteluun. Haastattelut yritykset on ryhmitelty alueellisesti osa-alueittain.

Lisäksi yrityshaastattelua on täydennetty eri lähteistä (mm. Suomen Sahanomistajain liitto ja Suomen Sahat ry.).



## 6.6

## Suunnittelumallin testaus

Työryhmä on selvittänyt mallin testausmahdollisuutta liiketaloudellisin kustannuksin nykyisessä kuljetusjärjestelmässä vuoden 1969 tilanteessa. Testauksen avulla voitaisiin verrata mallin antamaa tulosta toteutuneeseen ja samalla arvioida niiden tekijöiden vaikutusta, joita mallissa ei ole otettu huomioon (esim. erä koko, lähetysten kiireellisyys ja nykyiset linjayhteydet). Lisäksi liiketaloudellisten kustannusten käyttö edellä mainitulla tavalla antaisi mahdollisuuden arvioida alueittaista ja liikennemuodottaista subventiota nykytilanteessa.

Todettakoon kuitenkin, että edellä mainitun testauksen avulla ei ole mahdollista tarkistaa mallin tulosten kannalta oleellista vuodenaikojen aiheuttaman kausivaihtelun vaikutusta kustannuksiin.

## 6.7

## Suunnittelumallissa käytettävien lähtötietojen epävarmuudesta

Lähtötietojen epävarmuutta on tarkasteltu liitteessä 14. Lähtötiedoista on arvioitu vaihteluvälit, jotka on otettava huomioon herkkyysanalyysissä suoritettaessa.

## Sosiaalikustannukset

Vallitseva käytäntö yhteiskuntataloudellisissa laskelmissa suosii sosiaaliturvamaksun ja eläkevastuun käsittelyä kustannuksina. Sosiaaliturvamaksu on  $7 \frac{1}{2}$  %. Eläkevastuu on valtiolla yleisimmin 15 % (eräitä alakohtaisia poikkeuksia tähän sääntöön löytyy) ja yksityisillä n. 5 %. Valtion ja yksityisen sektorin välinen eläkevastuun ero johtunee osittain palkkausperiaatteista, jolloin valtio pyrkii kompensoimaan paremmalla eläketurvallaan julkisen ja yksityisen sektorin palkkatasoissa esiintyviä eroja.

Edellä olevan perusteella suositellaan tutkimuksessa käytettäväksi seuraavia puhdistettuihin palkkoihin lisättäviä sosiaaliturvamaksun ja eläkevastuun kattavia kustannuslisä:

- VR  $22 \frac{1}{2}$  %
- Kuorma-autot  $12 \frac{1}{2}$  %
- Satamat  $12 \frac{1}{2}$  %
- Alukset  $12 \frac{1}{2}$  %
- Jäänmurtaajat  $22 \frac{1}{2}$  %
- Luotsit  $22 \frac{1}{2}$  %



## Palkkojen kehitys v. 1970 - 1980

Kustannustarkistustyöryhmä otti palkkojen kehitystä koskeneessa tarkastustyössä huomioon valtiovarainministeriön ja Tiedoudellisen Suunnittelukeskuksen esittämän näkökannan, jonka mukaan yleinen palkkojen kehitys kulkee tasoittumista kohti. Suoritetussa eri kuljetusmuotojen palkkatasojen vertailussa ilmeni, että lukuun ottamatta kuorma-autokuljetuksia, joissa palkkataso oli muita alempana, ei merkittävimpiä eroja tarkasteltavien ryhmien palkkatasossa voitu havaita.

Kustannustarkistustyöryhmä päätti tämän vuoksi suosittaa kaikkiin tutkimuksen palkkakustannuksiin 4 % vuotuista lisäystä ajanjaksona 1970 - 1980. Valtiovarainministeriön kansantalousosaston kehitysennusteen mukaan palkan-saajien reaaliansioiden keskimääräiskasvu olisi vuosina 1970 - 1975 4,0 % ja vuosina 1975 - 1980 4,3 % vuodessa. Koska tutkimuksen liikennemuo-tojen palkkataso on keskimääräistä korkeampi niin ottaen huomioon palkkojen yleinen tasoittamisnäkökohta katsottiin tarpeettomaksi käyttää reaali-palkkojen ennustettua (4 %/v) korkeampaa kasvuprosenttia 1970-luvun jälki-puoliskolla. Koska kuorma-autokuljetukset taasen ovat merkitykseltään vä-häisiä katsottiin, ettei myöskään niiden osalta ole tarkoituksenmukaista käyttää korkeampaa palkkojen kasvuprosenttia.

## Tuottavuuden kehitys v. 1970 - 1980

Tuottavuuden kehityksestä liikennemuodoittain on kustannustarkistustyöryhmä tehnyt selvityksiä. Tarkistustyöryhmä toteaa, että tuottavuuden kehityksen ennakointiin liittyy huomattavia vaikeuksia. Työryhmä on päättänyt seuraavaan käytäntöön, jossa tuottavuuden kehitys otetaan huomioon liikennemuodoittain seuraavasti:

1. Rautateillä oletetaan vuosina 1970 - 1980 tuottavuuden kehittyvän valtiensuunnitelman taloussuunnitelman vuosille 1972 - 1977 mukaan, jolloin muuttuvat seuraavat tekijät:

- kokojunakuljetusten osuus Pohjois-Suomen vientikuljetuksista oletetaan olevan 100 % vuodesta 1969 lähtien keskitetyssä vaihtoehdossa. Todettakoon, että kokojunakuljetusten osuus vientikuljetuksista oli 18 % v. 1970 ja sen arvioidaan olevan 97 % v. 1980. Kokojunakuljetusten kustannuksia alentava vaikutus on 10 - 18 %	
- junapaino	+ 21 %
- kuorma vaunuakselia kohti	+ 18 %
- vaunun tyhjänäkulkuprosentti	+ 16 %
- veturin tarve ajokilometriä kohden	- 39 %
- vaunujen tarve kuormatonnia kohti	- 34 %
- vaunujen kuorman ja kantavuuden suhde	- 1 %

Tällöin edelliset muutokset mukaan luettuna työn tuottavuus nousee 3,9 % (rautateiden taloussuunnitelman mukaan 4,5 %).

2. Kuorma-autojen akseli/telipaino 8/13 tonnia muuttuu vuoteen 1980 mennessä 10/16 tonniin.
3. Ahtaustyössä siirrytään nykyisestä järjestelmästä 1970-luvulla terminaalijärjestelmään. Muutos ei vaikuta tietokonemalliin, josta ahtauskustannukset on poistettu, koska ne on katsottu samoiksi eri vaihtoehtoisissa.
4. Sataman pitäjän kustannus on pysytetty samana v. 1980 kuin 1970 ratkaisussa. Tämä perustuu oletukseen, että rationalisoinnilla säästettävät säästöt eliminoivat kustannusten nousun.

### 5. Alusten tuottavuuden kehitys

- 5.1. Alusten nopeuden kasvuksi oletetaan laskelmissa käytettäville konventionaalisille

yksikkötavara-aluksille 2 solmua/10 vuotta ja  
joukkotavara-aluksille 0 solmua/10 vuotta.

### 5.2. Aluskoot

Vuonna 1970 ovat yksikkötavara-alusten koot 1800 dwt, 3500 dwt, 7000 dwt ja 10000 dwt. Vastaavat arvot vuodelle 1980 ovat 2400 dwt, 4000 dwt, 8000 dwt ja 13000 dwt.

Vuonna 1970 ovat joukkotavara-alusten koot 3000 dwt, 6000 dwt ja 10000 dwt. Vuonna 1980 ovat aluskoot samat kuin vuonna 1970.

- 5.3. Alusten lastauskyvyn (tonnia/dwt) kehitystä ei ole pystytty ottamaan huomioon. Työryhmä olettaa ao. kasvun vv. 1970 - 1980 vähäiseksi. Laskelmissa tätä ei ole otettu huomioon (kasvu = 0).



- 5.4. Keskitetyssä kuljetusjärjestelmässä yksikkö- ja selluloosa-alusten lastit ovat keskimäärin 20 % suuremmat kuin nykyjärjestelmässä.
- 5.5. Alusten satamassaoloaika vähenee alusten kehityksen (lastaus- ja purkausnopeus kasvaa) mukana, koska käytetään entistä enemmän avokantisia aluksia sekä uusia alustyyppisiä (ro-ro-aluksia ym.). Tätä satamassaoloajan vähenemistä ei ole otettu huomioon, koska mallissa satamassaoloaikaa ei ole mukana. Satamassaoloajan mukaanottaminen edellyttäisi muutoksia malliin, toisaalta vaihtoehtojen välillä ei tästä aiheudu eroja niin kauan kuin satamassaoloaika oletetaan vakioksi kaikissa satamissa (= satamat homogeneenisia).
- 5.6. Aluksissa tapahtuu rationointia ja automointia. Miehistöä vähennetään koulutuksen ja tehokkuuden parantamisen (korvataan työpanoksia koneilla) kautta. Miehistön vähenemisen on arvioitu olevan 1,4 %/vuosi. Tämä merkitsee sitä, että vuoden 1980 kuivatavara- ja joukkotavara-aluksissa on koosta riippuen 4 - 5 henkilöä vähemmän kuin vuoden 1970 vastaavissa aluksissa.
- 5.7. Alusten kiertely satamissa vähenee liikenteen kehittämisen kautta. Mallissa liikenteen oletetaan tapahtuvan keskitetysti, jolloin alukselle pyritään saamaan aina täysi lasti yhdestä satamasta ja jos näin ei käy, on muihin satamiin poikkeaminen otettu lisäkustannuksena huomioon.
- 5.8. Alusten täyttöasteen on keskitetyssä liikenteessä oletettu pysyvän vakiona v. 1970 - 1980.
6. Jäänmurtaajissa tuottavuuden kehitystä ei ole pystytty ottamaan huomioon. Joskin mahdollisia tuottavuuden kehitysarvioita on ehdotettu käytettäväksi herkkyyksianalyysissä (liite 15). Uudet Urho-luokan alukset valmistuvat 1970-luvun puolivälin jälkeen ja niiden vaikutusta talvimerenkulkuun ei ole selvitetty.
7. Luotsauskustannuksissa samalla henkilömäärällä on katsottu voitavan hoitaa mahdollinen liikenteen kasvu, varsinkin kun luotsauspakkomääräyksiä lievennetään tulevaisuudessa.

## Rautatiekuljetuskustannukset

Kustannustarkistusryhmän raportissa viitataan sivuilla 10 ja 11 liitteen 5 taulukoihin 1 - 10. Kuitenkaan VR ei liikeyrityksenä katso voivansa esittää kaikkia näitä taulukoita, mistä syystä alkuperäisen liitteen muutamat taulukot jätetään julkaisematta ja joitakin taulukoita on supistettu. Lukuunottamatta taulukoita 4 ja 5 poistettuja tietoja ei käytetä laskelmissa.

## Taulukoiden tavaralajit

- A = joukkotavara  
 B = selluloosa (laskelmissa käytetään samoja kustannustieto- ja myös yksikkötavaran osalta)  
 C = kappaletavara

Taulukko 1. Rautatietaloudelliset keskimääräiset yksikkökustannukset vuonna 1970

- Taulukosta 1 on poistettu rautatietaloudelliset lisä- ja yhteis- kustannukset

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
Keskim. kust.	4,47	309	3,81	312	4,92	396

Taulukko 2. Yhteiskuntataloudelliset keskimääräiset yksikkökustannukset vuonna 1970

- Taulukosta 2 on poistettu yhteiskuntataloudelliset lisä- ja yhteis- kustannukset

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
Keskim. kust.	4,02	275	3,43	279	4,42	355

Taulukko 3. Muuttuvien eli ei huipusta riippuvien kustannusten keskimääräinen osuus

	Lisäkustannuksista		Keskim. kustannuksista	
	tkm	t	tkm	t
Henkilökuntajärjestelyt	5,5 %	4,4 %	3,6 %	3,8 %
Junien ajo- ja suoritus-				
palkk.	3,3 %	0,0 %	2,2 %	0,0 %
Liikk.kaluston korjaus	15,6 %	0,6 %	10,3 %	0,5 %
Veturien poltto- ja				
voiteluaineet	6,0 %	5,6 %	4,0 %	4,9 %
Liikk.kaluston kuluminen	3,9 %	12,6 %	2,6 %	11,0 %
Yhteisvaikutus	33,3 %	23,2 %	22,0 %	20,2 %

Taulukko 4. Lisäkustannusten jakautuminen muuttuviin ja kiinteisiin huipusta riippuviin kustannuksiin

Taulukko 4 on poistettu. Tätä taulukkoa käytetään vaihtoehtolaskelmissa nykyisenkaltaisessa hajautetussa liikenteessä (vaihtoehto 0).

Taulukko 5. Keskimääräisten kustannusten jakautuminen muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vuonna 1970

Taulukko 5 on poistettu. Tätä taulukkoa käytetään vaihtoehtolaskelmissa nykyisenkaltaisessa hajautetussa liikenteessä (vaihtoehto 0).



Taulukko 6. Kokojunakuljetustavan vaikutus tonnikipometrikustannuksiin (p/tkm) vuonna 1970  
- Taulukko 6 on poistettu

Taulukko 7. Kokojunakuljetusten lisä- ja keskimääräiset kustannukset vuonna 1970  
- Taulukko 7 on poistettu

Taulukko 8. Kokojunakuljetusten yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset jaettuna muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vuonna 1970

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
muuttuva kustannus	0,83	56	0,73	58	0,93	72
kiinteä kustannus	1,16	166	1,04	172	1,17	213

Taulukko 9. Kokojunakuljetusten keskimääräiset yhteiskuntataloudelliset kustannukset jaettuna muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vuonna 1970

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
muuttuva kustannus	0,83	56	0,73	58	0,93	72
kiinteä kustannus	2,43	200	2,05	200	2,43	256

Taulukko 10. Kokojunakuljetusten lisä- ja keskimääräiset kustannukset vuonna 1980  
- Taulukko 10 on poistettu

Taulukko 11. Kokojunakuljetusten yhteiskuntataloudelliset lisäkustannukset jaettuna muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vuonna 1980

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
muuttuva osuus	0,63	39	0,55	38	0,69	47
kiinteä osuus	1,00	113	0,89	118	1,12	143

Taulukko 12. Kokojunakuljetusten keskimääräiset yhteiskuntataloudelliset kustannukset jaettuna muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin vuonna 1980

	A		B		C	
	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t	p/tkm	p/t
muuttuva osuus	0,63	39	0,55	38	0,69	47
kiinteä osuus	1,87	138	1,61	142	2,02	172

## Rautatieliikenteen kausivaihtelu v. 1970

Asetelmissa ei ole otettu huomioon sitä, että pitkän tähtäyksen trendi jonkin verran vääristää kausivaihteluja. Pohjois-Suomen satamien takamaa-alueeseen on laskettu määritelmäluonnoksesta poiketen Jyväskylän talousalue. Kuljetukset käsittävät satamakuljetusten lisäksi kaikki alueen muut kuljetukset.

## Asetelma 1. Pohjois-Suomen satamien takamaa-alue

	I	$100 \cdot \frac{I}{II + III}$	II	III
Tavaran paino (1000 t)	4.099	95,7	4.511	4.051
Lähtevä	2.277	106,2	2.257	2.033
Saapuva	1.821	86,1	2.253	1.978
Tonnikilometrit (milj.)	1.515	115,2	1.319	1.313
Lähtevä	889	137,8	631	660
Saapuva	627	93,5	688	653
Kuormassa kuljetetut				
Vaunut (1000)	282,6	95,0	313,0	281,7
Lähtevä	150,4	102,0	154,4	140,6
Saapuva	132,1	88,2	158,6	141,0
Rahdit (milj.mk)	68,2	107,9	64,1	62,3
Lähtevä	37,8	125,8	30,0	30,1
Saapuva	30,5	92,1	34,0	32,2

Asetelmassa 2 on oletettu, että koko maan osalta saapuva ja lähtenyt liikenne ovat yhtä suuret.

## Asetelma 2. Koko maan liikenne

	I	$100 \cdot \frac{I}{II + III}$	II	III
Tavaran paino (1000 t)	7.300	91,7	7.816	8.104
Tonnikilometrit (milj.)	2.248	111,8	1.965	2.057
Kuormassa kuljetetut				
Vaunut (1000)	476,9	97,8	488,0	489,9
Rahdit (milj.mk)	122,7	106,3	112,7	118,1

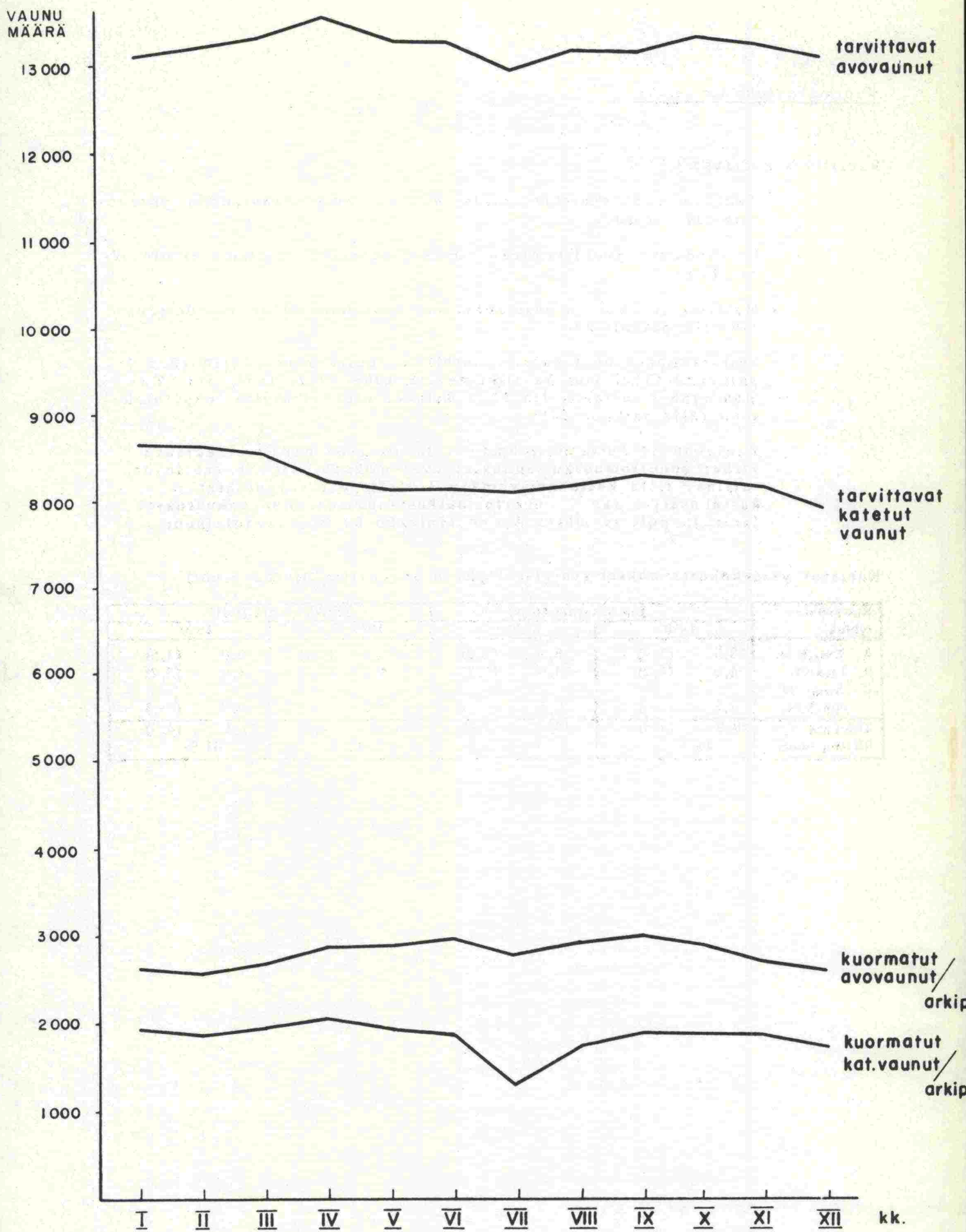
## Asetelma 3. Koko maan avovaunun tarve

	Kuormaukset arkipäivää kohti	Kiertoaika	Tarvittavat vaunut
Tammikuu	2.604	5,9	13.170
Helmikuu	2.574	6,0	13.240
Maaliskuu	2.684	5,8	13.340
Huhtikuu	2.814	5,6	13.510
Toukokuu	2.832	5,5	13.350
Kesäkuu	2.983	5,2	13.300
Heinäkuu	2.736	5,5	12.900
Elokuu	2.904	5,3	13.190
Syyskuu	2.957	5,2	13.180
Lokakuu	2.825	5,5	13.320
Marraskuu	2.706	5,7	13.220
Joulukuu	2.634	5,8	13.090



## Asetelma 4. Koko maan katettujen vaunujen tarve

	Kuormaukset arkipäivää kohti	Kiertoaika	Tarvittavat vaunut
Tammikuu	1.950	5,2	8.690
Helmikuu	1.928	5,2	8.680
Maaliskuu	1.949	5,1	8.520
Huhtikuu	2.048	4,7	8.250
Toukokuu	1.902	5,0	8.150
Kesäkuu	1.800	5,3	8.180
Heinäkuu	1.318	5,5	8.100
Elokuu	1.761	5,4	8.150
Syyskuu	1.890	5,1	8.260
Lokakuu	1.846	5,2	8.230
Marraskuu	1.857	5,1	8.160
Joulukuu	1.728	5,3	7.850



VR:n vaunutarve ja vaunukuormaukset  
koko maassa v. 1970



Kuorma-autokustannukset

## Suoritetut korjaukset

- Taulukossa 57 yksikkötavaralle v. 1970 on kustannuserien yhteenlaskussa virhe.
- Kustannusten pyöristäminen täysiksi penneiksi mallissa ei ole aiheellista.
- Mallissa joukko- ja yksikkötavaran kustannukset on vaihdettava oikeille paikoilleen.
- Sosiaalimenot ovat kuorma-autoliikenteessä keskimäärin 13,5 % palkoista (Tutkimus ka-liikenteestä 1968-1969, taul. 50). Tämän erän muuttamisella 12,5 %:in ei ole vaikutusta lopputulokseen tällä tarkkuudella.
- Taulukon 57 kustannusryhmän A luvuissa on havaittu seuraava virhe: onnettomuuskustannukset ovat mukana osittain kaksinkertaisina, sillä kustannusryhmään A sisältyvät vakuutukset ja kustannusryhmään C onnettomuuskustannukset. Kun vakuutukset jätetään pois ryhmästä A, on taulukko 57 seuraavanlainen:

Korjatut yksikkökustannukset (suluissa lyhyen aikavälin kiinteä osuus)

Kustannusryhmä	Joukkotavara (öljy)		Yksikkötavara (sellu)	
	1970	1980	1970	1980
A. Kulj. kust.	5,7 (1,2)	5,3 (1,2)	7,0 (1,6)	6,6 (1,5)
B. Tiekust.	4,0 (3,2)	4,0 (3,2)	4,0 (3,2)	4,0 (3,2)
C. Aika- ja onn. kust.	0,5 ( - )	0,8 ( - )	0,5 ( - )	0,8 ( - )
Yhteensä kiinteä osuus	10,2 (4,4) 43 %	10,1 (4,4) 44 %	11,5 (4,8) 42 %	11,4 (4,7) 41 %

## Rahtilisät vuonna 1970

Puunjalosteiden osalta rahdit sovitaan vuosittain vientiyhdistysten ja varustamojen välisissä neuvotteluissa yhtenäisen tason mukaisiksi.

Merirahti Suomesta ulkomaille muodostuu perusrahdista, joka on sama kaikkiin Suomen satamiin ja rahtilisisä, joita esiintyy Pohjanlahden satamilla ja talvisaikaan.

Rahdit ja lisät maksetaan eri valuutoissa. Niiden arvostuksessa työryhmä on suositellut Suomen Pankin myyntikurssien vuosikeskiarvon käyttämistä. Vuonna 1970 ko. keskiarvo oli seuraava: \$ = 4,180 mk, £ = 10,014 mk, 100 Dm = 114,67 mk ja 100 Tkr = 55,76 mk.

V. 1970 Pohjois-Suomen satamiin oli voimassa seuraavat normaalitalven rahtilisät: (Lähde: Fincell, Finnpap, Suomen Sahanomistajain Yhdistys, Kemi Oy, Schauman Oy).

<u>Selluloosa</u>	<u>Ajanjakso</u>	
	01.01.-14.05. 01.10.-31.12.	15.05.-30.09.
Vaasa, Pietarsaari, Kokkola,	mk/t 3,89	2,25
Oulu, Kemi	mk/t 5,51	2,75

Mikäli Pietarsaareen, Kokkolaan, Raaheen, Ouluun ja Kemiin joudutaan soveltamaan liikennerajoitusta (ei alle 1A ja 2000 DWT) lisätään em. rahtiliisiin vielä 5,01 mk/t.

<u>Paperi</u>	<u>Ajanjakso</u>	
	01.01.-14.05. 01.10.-31.12.	15.05.-30.09.
Vaasa, Pietarsaari, Kokkola	mk/t 7,09-10,88 <sup>1)</sup>	3,31
Oulu, Kemi, Raahe	mk/t 10,73-10,88 <sup>1)</sup>	4,38

Rahtilisä on laskettu painottamalla neljässä eri valuutassa (£, \$, Tkr ja Dm) ilmoitetut rahtilisät samassa suhteessa kuin ko. valuutoissa on Pohjois-Suomen rahtilistä maksettu.

<u>Sahatavara</u>		
Pietarsaari, Kokkola, Oulu ja Kemi	01.05.-31.12.	3,80 mk/t

<u>Irtotavara</u>		
Vaasa, Pietarsaari, Kokkola Raahe, Oulu ja Kemi	01.05.-31.12.	2,00 mk/t

<sup>1)</sup> Mikäli Pietarsaareen, Kokkolaan, Raaheen, Ouluun tai Kemiin sovelletaan talvirajoitusta (ei alle 1A ja 2000 DWT) käytetään ko. aikana 10,88 mk/t.



## Aluskustannukset

Suunnittelumallissa ja laskennassa käytettävien suomalaisten alusten vuorokausi-kustannuksiin, lastauskykyyn ja matkanopeuteen on kustannustarkistusryhmä tehnyt seuraavat muutokset ja perusolettamukset:

- Kustannukset ovat suomalaisten alusten mukaisia
- Alusten toiminta-aika on vuodessa 361 vrk
- Varustamolisä on poistettu
- Korkokanta on 6 %
- Sosiaaliturva ja eläkekustannukset ovat yhteensä 12,5 %
- Polttoaineen kulutus pääkoneen apukoneet mukaan luettuna vuonna 1970 on 180 g/hv h ja vuonna 1980 vastaavasti 170 g/hv h (poikkeuksena joukkotavara-alukset)
- Miehistön oletetaan vähenevän keskimäärin 1,4 %/v
- Korjauskustannukset ovat vuosittain 3 % aluksen hankintahinnasta
- Lisätehon arvioidaan maksavan 300 mk/hv
- Vakuutuskustannukset ovat vuosittain 1,5 % aluksen hankintahinnasta
- Mietintöluonnoksessa esitetyt alusten lastauskyvyt tavararyhmittäin on korjattu vastaamaan laskelmissa käytettäviä tyyppialuksia

## Kuivalastialukset

v. 1970

DWT	Nopeus s	Lastauskyky, tonnia		Kustannus	
		selluloosa	paperi	mk/ajovrk.	mk/satamavrk.
1.800	12	1.550	1.050	3.000	2.000
3.500	14	3.100	2.300	6.000	4.500
7.000	16	6.100	4.600	9.900	8.100
10.000	16	8.450	5.800	12.100	9.700

v. 1980

2.400	14	2.100	1.450	4.900	3.100
4.000	16	3.500	2.650	7.900	5.600
8.000	18	7.000	5.050	12.200	9.400
13.000	18	10.500	6.450	15.700	11.700

## Joukkotavara-alukset:

v. 1970

DWT	Nopeus s	Lastauskyky t	Kustannus	
			mk/ajovrk.	mk/satamavrk.
3.000	13	2.700	6.000	4.000
6.000	14	5.500	8.500	6.600
10.000	15	9.000	11.000	9.300

v. 1980

3.000	13	2.700	6.300	4.200
6.000	14	5.500	9.000	7.000
10.000	15	9.000	12.000	9.800

Tilasto Kemissä ja Oulussa v. 1970 käyneistä suomalaisista kuivalasti-  
aluksista

Alusten lukumäärä: 260 kpl

Alusten kuollut paino keskimäärin: 3.464 DWT

Keskimääräinen Kemistä ja Oulusta saatu tai sinne viety

lasti: 2.226 t. kokonaistavaramäärä käsitti n. 425.800 t

selluloosaa, n. 119.550 t yksikkötavaraa ja 33.450 t irtotavaraa.

Lastimääriin sisältyy neljän aluksen käynnit Tornion Röytän sata-  
massa. Neljä alusta on käsitelty vain irtotavaraa.

Täyttösuhde on 3.500 DWT tyyppialuksen kohdalla 40 %.

Taulukko 1. Kemissä ja Oulussa käyneiden alusten koot

DWT	Lukumäärä	Kokonais-DWT	%-osuus	Kumulatiivinen %-osuus
0 - 999	4	2.000	0,2	0,2
1000 - 1499	14	17.500	1,9	2,1
1500 - 1999	20	35.000	3,8	5,9
2000 - 2999	62	155.000	16,9	22,8
3000 - 3999	79	276.500	30,1	52,9
4000 - 4999	51	229.500	25,0	77,9
5000 - 5999	13	71.500	7,8	85,7
6000 - 6999	8	52.000	5,7	91,4
7000 - 7999	2	15.000	1,6	93,0
8000 - 9999	6	54.000	5,9	98,9
10000 -	1	10.000	1,1	100,0
<b>Yhteensä</b>	<b>260</b>	<b>918.000</b>	<b>100,0</b>	<b>-</b>



## Jäävauriokustannukset

Työryhmä on tutkinut jäävauriokustannuksia analysoimalla vuosia 1969 ja 1970 koskevaa jäävaurioaineistoa.

PSST-mietintöluonnoksessa (toimikunnan väliraportti 11.1.1972) esitetyssä jäävauriomallissa kustannustiedot perustuvat Kukkonen - Tikkanen, "Jäänmurtajat ja talviliikenne" tutkimuksen tietoihin, ts. kustannukset ovat korjauskuluista laskettuja keskimääräisiä arvoja Perämeren satamien sulkemis- ja avaamishetkeltä 1960-luvulla. Malli rakentuu olettamukselle, että jäävauriokustannus kasvaa suoravii-  
vaisesti jäämatkan mukaan.

Työryhmä pyrki selvittämään Perämeren jäävauriokustannuksen kehitystä sinä aikana jolloin satamat ovat olleet kiinni, vertailemalla käytössä olleen aineiston puitteissa jäävauriokustannusten kehitystä eteläisessä Suomessa, jossa alusliikenne on jatkunut likipitään samanlaisena keskeytyksettä läpi talven. Suoritettu analyysi osoitti ettei liene syytä olettaa jäävaurioiden kasvavan Perämeren osalta edelleen siltä tasolta, jonka ne satamien sulkemis- ja avaamishetkellä ovat saavuttaneet.

Jäävauriokustannuksen kahden erillisen kustannuskomponentin erottamiseksi tutkitiin erään suomalaisen varustamon talvien 1969 ja 1970 Perämerellä tapahtuneiden jäävaurioiden aiheuttamat korjauskustannukset ja telakointiaikakustannukset. Jälkimmäiset kustannukset olivat n. 49 % korjauskustannuksista.

Mietintöluonnoksen jäävauriomalli testattiin pelkästään Perämeren osalta laskemalla, paljonko jäävauriokustannuksia malli antaisi talvina 1969 ja 1970 Vaasan pohjoispuolella suomalaisilla aluksilla tapahtuneelle meriliikenteelle. Saatua jäävaurio-kustannuserää verrattiin vakuutusyhtiöiden Perämerellä tapahtuneista havereista maksamaan korvausmäärään, johon oli lisätty alusten telakointiajasta aiheutuva kustannuslisä. Suoritettu testi osoitti, että mallin antamat kustannukset vastaisivat toteutuneita. Todettakoon, että Kukkonen-Tikkasen-tutkimuksessa ilmoitettuihin jäävauriokustannuksiin (Kemi/Oulu-Merenkurkku = 5 mk/t) voitiin sisällyttää telakointiodotusaikakustannus.

Tarkastelunsa yhteenvedona työryhmä ehdottaa että:

- 1) Jäävauriokustannus jaetaan korjaus- ja telakointiaikakustannuksiin. Koska v. 1969-1970 aineistolla suoritettut testit osoittivat, että mallin kustannustiedot kattavat Perämeren osalta nykyisellään jäävaurioiden korjaus- ja telakointikustannukset ei kustannuksia tarvitse em. ajon takia korottaa. Korjauskustannus on tällöin 2/3 yhteissummasta lopun ollessa telakointikustannusta.
- 2) Jäävauriomalli säilytetään muuttumattomana.
- 3) Suunnittelumallissa jäävauriokustannuksia lasketaan myös joulukuun ja tammikuun, ts. koko jäävauriomallin kuvaamalle jääkaudelle. Suunnittelumalliin lisätään seuraavat jäävauriokustannukset:

Kemi/Oulu	1,90	mk/t (joulukuu) ja	0,91	(tammikuu)
Raahe	0,80	"	"	0,70
Kokkola/Pietarsaari	0,10	"	"	0,42

Mietintöluonnoksen jäävauriokustannuksia käsittelevän kappaleen kustannustaulukko tehdään em. kohdin yksityiskohtaisemmaksi.

- 4) Koska jäävaurioiden aiheuttama telakointiaika tulee otetuksi huomioon jäävauriokustannuksissa, seuraa tästä, että alusten vuotuinen telakointiaika muuttuu aikaisemmasta kymmenestä vuorokaudesta neljäksi vuorokaudeksi. (Esim. SHO:n alusten keskimääräinen normaali telakointiaika on 3-4 vrk/v ja alusten keski-ikä n. 10 v.)

Satamapaikkakunnilla sijaitsevalle teollisuudelle muiden satamien käytöstä koituvat lisäkustannukset

Käsittelykertojen lisääntymisen (vähentymisen) ja siitä aiheutuvan lisäkustannuksen todettiin riippuvan monesta eri tekijästä kuten esim. tuotantolaitoksesta, satamasta, tavararyhmästä, eräkoosta, kaudesta, viedäänkö tavara suoraan laivaan vai varaston kautta. Näiden asioiden selvittäminen on suuritöinen ja vaatii useita kuukausia. Työryhmä totesi, että huolinta-kustannukset eivät ole käyttökelpoisia approksimaatioita tämän asian selvittämiseksi. Työryhmä esittää tämän kysymyksen tarkempaa selvitystä koko Suomen satamaselvityksen yhteydessä.

Edellisistä riippumattomia kustannuseroja syntyy rautatievaunuun ja laivan viereen lastauksen välillä. Näistä kustannuksista teollisuudella oli erittäin tarkkoja kustannuslukuja esitettävänä.

Työryhmä analysoi saatuja lukuja pitäen mielessään sen, että pitkällä tähtäyksellä näitä kustannuseroja voidaan jonkin verran pienentää.

Työryhmä suoritti varovaisen laskelman em. kustannuksista seuraavan taulukon mukaan.

Kauko- ja lähikuljetusten terminaalikustannuserot tuotantolaitoksella (p/t)

	avo		katettu	
	sellu	flut	sellu	flut + pap
Peittämiskustannus	17-40			
Aluspuuhävikki	25-35			
Aluspuu palautus	5-18	8-8		
Pohjapaperi	15-15	- -	15-15	15-22
Vaunujen puhdistus	14-30	40-40	13-13	20-20
Veturikustannukset	10-10	10-10	10-10	10-10
	86-148	105-128	38-38	45-52

Prosenttijakautuma                      75 %                      10 %                      25 %                      90 %

Avo- ja katettujen vaunujen suhteella painotetut kustannukset

		Keskiarvo
Selluloosa	74 - 120	97 p/t
Paperi + fluting	51 - 60	56 p/t
sahatavara	92	92 p/t

Kustannuseroja laskettaessa on tuotantolaitosten ilmoittamista lisäkustannuksista jätetty huomioonottamatta

- vaunujen kuormauskuntoon saattaminen (12-20 p/t)
- aluspuukustannukset (18-100 p/t)
- lastauskustannukset juna kontra laivan sivu (-48 -385 p/t)
- peitevuokrat (90-108 p/t)

Ylläolevan taulukon kustannuksista on jätetty vähentämättä lähikuljetusten peittämis-, aluspuuhäviö, pohjapaperi- ja kuljetusvälineen puhdistuskustannukset, joiden työryhmä totesi olevan varsin pieniä.

Muut mahdolliset kustannukset, kuten satamamaksut, vakuutukset, ahtaus- ja myöhästymiskustannukset jne. on tässä yhteydessä katsottu riippumattomiksi laivaussatamasta, jolloin niitä ei pidetä kansantaloudellisina lisäkustannuksina. Työryhmä esittää näihin kustannuksiin syventymistä koko Suomen satamatutkimuksen yhteydessä.



Edellä olevan perusteella työryhmä totesi, että teollisuudelle aiheutuu lisäkustannuksia. Näiden tarkka selvittäminen ei ole nykytiedoin mahdollista. Tästä syystä työryhmä hyväksyi suunnittelumallissa käytetyn kustannuserän 50 penniä per tonni kuvaamaan ko. lisäkustannuksia.

Tätä kustannuserää, joka muodostuu pääasiassa muuttuvista kustannuksista tulee laskelmissa käsitellä malliteknisistä syistä muuttuvana.

JÄÄNMURTAJAN KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Jäänmurtaja Tarmon käyttökustannukset 1964 - 1970 merenkulkuhallituksen tilitoimistosta saatujen tietojen mukaan, mk.

Vuosi	Palkat	Ruoka	Korjaus ja kunnossapito	Poltto- ja voiteluaineet
1964	488.925	73.184	104.488	321.885
1965	572.019	76.856	253.825	293.836
1966	688.595	80.615	85.070	386.831
1967	755.747	86.040	546.858	425.176
1968	869.867	82.399	175.825	557.275
1969	962.112	81.265	353.136	504.508
1970	1.034.086	83.799	231.277	511.478

Tarmon käyttökustannukset, sen jälkeen kun palkkakustannuksiin on lisätty työeläke- ja sosiaaliturvamaksuja 22,5 % sekä ruokakustannuksista ja poltto- ja voiteluainekustannuksista vähennetty välillisiä veroja 10 %.

Vuosi	Palkat ja ruoka 1.000 mk	Korjaus ja kunnossapito 1.000 mk	Poltto- ja voiteluaineet 1.000 mk
1964	672	104	322
1965	778	254	294
1966	924	85	387
1967	1.012	547	425
1968	1.148	176	557
1969	1.260	353	505
1970	1.351	231	511

Tarmon käyttökustannukset vuoden 1970 hintatasossa

Vuosi	Palkat ja ruoka 1.000 mk	Korjaus- ja kunnossapito 1.000 mk	Poltto- ja voiteluaineet 1.000 mk
1964	1.240	159	410
1965	1.323	365	409
1966	1.441	117	544
1967	1.374	749	547
1968	1.349	207	531
1969	1.347	264	509
1970	1.351	231	511
1980	2.000	231	511

Jm Tarmon ajotuntimäärät

v. 1964 - 1970

1964	1.850
1965	1.767
1966	2.215
1967	2.236
1968	1.836
1969	2.331
1970	2.137

Jm Tarmon käyttökustannukset/  
ajotunti vuoden 1970 hintatasossa, mk

1964	978
1965	1.186
1966	949
1967	1.194
1968	1.136
1969	909
1970	979
1964-1970	1.042
1980	1.280



### Hintaindeksit

Palkka- ja ruokakustannusten muuntamiseen vuoden 1970 palkka- ja kustannustasoa vastaavaksi on käytetty Tilastokeskuksen sarjaa ulkomaan meriliikenteen työntekijöiden keskimääräisestä kuukausitulosta sekä toisaalta valtion virkamiesten (pl. 12-22) palkkaindeksisarjaa, joka kuvaa päällystön palkoissa tapahtuneita muutoksia.

Deflatoimiseen käytetty sarja on saatu laskemalla mainittujen indeksisarjojen keskiarvo, jolloin painoina on käytetty miehistön ja päällystön palkkasummien suhdetta (0,6 ja 0,4).

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
indeksi	100	108	117	124	142	154	168	193	223	245	262

Korjaus- ja kunnossapitokustannusten deflatoimiseen on käytetty tukkuhintaindeksin alaindeksejä "metallit ja metalliteollisuustavarat" 1935 = 100 ja 1949 = 100 ketjutettuina.

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
indeksi	100	99	99	98	97	103	108	108	126	134	148

Poltto- ja voiteluainekustannusten deflatoimiseen on käytetty Ekonon sarjaa kevyen neuvostoliittolaisen polttoöljyn keskimääräisestä tuontihinnasta.

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
indeksi	100	103	103	101	95	87	86	94	127	120	121

## Lineaarisuusolettamuksista suunnittelumallissa

Seuraavassa on luettelo tapauksista, joissa kvalitatiivisesti tiedetään tai epäillään esiintyvän epälineaarisuutta mallissa:

- A Linjakustannukset:  $\text{alotuskustannus} + \text{vakioyksikkökustannus}$

Koska alotuskustannuksen esittäminen mallissa on ratkaisuaajan suhteen uskaliaasta, tätä kysymystä tutkittiin suunnittelumallilla simuloiden (= kokeillen). Lähtötietona käytettiin meriliikennetilastorekisteriä.

- B Satamakustannukset:  $\text{alotuskustannus} + \text{aleneva yksikkökustannus}$

Suunnittelumalliin ei sisällytetty satamakustannuksia. Sataman toimintaa ja kustannusrakennetta pyrittiin selvittämään satamasimulaattorilla, joka kuvasi tyydyttävästi toimintaa, mutta epätydyttävästi kustannusrakennetta lähtötietojen puutteen takia.

Jos kustannusrakenne pystytään selvittämään, niin satamien kustannuksia voidaan käsitellä kuten linjakustannuksia.

- C Jäissäkulun kustannukset, erikoisesti jäävaurioiden, kulkunopeuksien ja avustettavien laivojen lukumäärän suhteen on Kukkosen-Tikkasen tutkimuksessa sivu 79 arvioitu yksikkökustannuksiltaan kasvaviksi jääolosuhteiden vaikeutuessa. PSST:kään ei ole voinut saada lähtötietojen puuttuessa parempaa tietoa kustannusriippuvuudesta todella vaikeissa olosuhteissa. Jäävauriokustannukset on kuvattu lineaarisina, samoin nopeus. Avustettavien laivojen lukumäärää on pienennetty vaikeissa olosuhteissa.



# Suunnittelumallissa käytettävien lähtötietojen epävarmuus

Kustannustarkistusryhmä on päätynyt seuraaviin suunnittelumallin lähtötietojen ääriarvoihin. Nämä rajat tulisi ottaa huomioon mallin herkkyyssajoja suoritettaessa. Ryhmä painottaa, että vaihteluvälit eivät kuvaa tilastollisesti ilmaistuja luotamusvälejä.

## Suunnittelumallin lähtötiedot:

### 1) Tyyppialukset

- aluskustannus  $\pm$  5 %
- aluskoko  $\pm$  0
- nopeus  $\pm$  0
- täyttösuhde  $\pm$  10 %-yksikköä (nyk. 40 % ja 50 %)

### 2) Jäävauriot

- jäävauriokustannukset  $\pm$  50 %

### 3) Jäänmurtajat

- avustustunti/ajotunti 0,6-0,8 (1969 ja 0,7-0,8 (1980)
- avustusnopeus 7-9 s (1969) ja 8-10 s (1980)
- jäässäkulumatka a) Merenkurkun b) Bogskärin tasolle
- avustusmäärä 2000-6000 t (Perämeri talvikautena v. 1969) ja 6000-12000 t muissa olosuhteissa sekä 3000-12000 t (Perämeri talvikautena v. 1980)

### 4) Kuorma-autot

- kuorma-autokustannukset  $\pm$  0

### 5) Satamat

- satamakustannus  $\pm$  100 %

### 6) Rautatiet

- tkm- ja tonnikustannus  $\pm$  4 %
- muuttuva, ei huipusta riippuva kustannus -10 %-yksikköä ja +4 %-yksikköä
- radan ja kiinteiden laitteiden pääomakustannus  $\pm$  0,6 p/tkm

VALTION TIETOKONEKESKUS  
28.06.1972

POHJOIS-SUOMEN SATAMATUTKIMUKSEN  
SUUNNITTELUMALLIT



Pohjois-Suomen satamatoimikunnan toimeksiannosta ja yhteistyössä toimikunnan sihteeristön kanssa on valtion tietokonekeskus laatinut suunnittelumalleja, joita hyväksi käyttäen on pyritty optimoimaan Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetusten kokonaiskustannukset. Malleissa sovellettujen operaatiotutkimusmenetelmien käyttö on verrattain uutta valtionhallinnossa. Sen vuoksi tässä raportissa on mallien rakenteen, lähtötietojen ja tulosten lisäksi selvitelty mallien suunnitteluun tuomia uusia piirteitä, joista tärkeimpinä mainittakoon käytettyjen lähtötietojen ja saatujen tulosten herkkyystarkastelu.

Valtion tietokonekeskuksesta työhön osallistuivat:

Fil maist Raili Knuuttila,  
01.08.1970-30.06.1972, kokonaismalli  
Fil maist Jorma Pihlatie,  
01.08.1970-30.05.1971, kokonaismalli  
Insinööri Harri Jäppinen,  
01.08.1970-31.12.1970, satamasimulaattori  
Tekn lis Antti Virjo,  
01.10.1970-31.08.1971, satamasimulaattori ja laivamalli  
Luonnont kand Esa Hoikkala  
01.08.1971-30.06.1972, kokonaismalli

# SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1 Johdanto .....	1
1.1 Pohjois-Suomen merikaupan kuljetustaloudellista ongelmista .....	1
1.2 Tutkimustavoite .....	2
1.3 Suunnittelumallit .....	2
1.3.1 Kokonaismalli .....	2
1.3.2 Lineaarisen ohjelmointimenetelmän valinnasta .....	3
1.3.3 Alimallit .....	4
1.4 Mallityön organisoinnista .....	4
1.5 Mallityöskentelystä .....	5
2 Kokonaismallin pääperiaatteet .....	7
2.1 Kuvauksen kohde .....	7
2.2 Suunnittelun aikajänne ja mallin ajallinen rajaus .....	7
2.3 Tutkimustavoitteen tulkinta kokonaismallissa .....	7
2.4 Maantieteelliset rajaukset .....	9
2.5 Aiheuttamisperiaatteen tulkinta kokonaismallissa .....	9
2.6 Yksikkökustannukset .....	13
2.7 Liikennemuotojen rajaus .....	13
2.8 Tavaravirrat .....	14
3 Kokonaismallin rakenne ja toiminta .....	15
3.1 Ongelman rajaus ja kuvaustarkkuus .....	15
3.2 Systeemanalyysistä ja laskentamenetelmästä .....	16
3.3 Lineaarinen ohjelmointi .....	17
3.4 LP-mallitekniikan sopivuus kokonaismalliin .....	18
3.5 Kokonaismallin hierarkkiset tasot .....	18
3.6 Vuosimallin muuttujat .....	19
3.7 Vuosimallin rajoitusyhtälöt .....	21
3.8 Vuosimallin kohdelauseke .....	22
3.8.1 Maakuljetuskustannukset .....	22
3.8.2 Merikuljetuskustannukset .....	23
3.8.3 Jäänmurtajakustannukset .....	24
3.8.4 Satamakustannukset .....	25
3.8.5 Terminaalikustannukset .....	27
3.9 Kokonaismalli .....	27
3.10 Kokonaismallin toiminta .....	27
Liite 3.1 Liikennealuejako .....	29
Liite 3.2 Määrämaajako .....	30
Liite 3.3 Kokonaismallin matemaattinen esitys ja ATK-tekniilliset rakentamismäkökohdat .....	31
4 Kokonaismallin käyttö .....	39
4.1 Mallin käytön ja tulosten arvioimistavat .....	39
4.2 Mallin lähtötietojen arviointi .....	40
4.3 Tulokset .....	41
4.3.1 Perustulokset .....	41
4.3.2 Linjoitusmenettely .....	46
4.3.3 Herkkyysanalyysit .....	50
4.3.4 Liikennevaihtoehtot .....	51
4.4 Yhteenvedo tuloksista .....	52
Liite 4.1 Kokonaismallin lähtötietotaulukot .....	53



	Sivu
5 Satamasimulaattori .....	69
5.1 Tavoite .....	69
5.2 Satamasimulaattorilla kuvattavat tekijät ....	69
5.3 Sataman kustannukset .....	71
5.4 Simuloinnin looginen kulku .....	73
5.5 Eräiden olemassa olevien Pohjois-Suomen sata- mien kapasiteetti .....	75
5.6 Yhteenveto .....	77
Liite 5.1 Kustannustiedot .....	78
5.2 Satamasimulaattorin looginen kaavio ...	79
5.3 Eräiden satamien kustannukset liik- teen funktiona .....	83
6 Ehdotetut jatkotoimenpiteet .....	91
6.1 Mallityön arviointi .....	91
6.2 Laskentaperusteiden yhdenmukaistaminen .....	91
6.3 Suunnittelun lähtötietojen parantaminen .....	91
6.3.1 Jäänmurtajarekisterin luominen .....	92
6.3.2 Tietojenkäsittelyn rationalisointi sa- tamissa .....	92
6.3.3 Meriliikennetilaston kuukausiaineisto.	94
6.4 Mallitekhninen kehittäminen .....	94
6.4.1 Kokonaismallin kuvauksen laajentami- nen .....	94
6.4.2 Tavarankäsittelyn kustannusriippuvuus satamissa .....	94
6.4.3 Laivalinjan kustannukset .....	95
6.5 Tunnuslukujen laskeminen .....	96
7 Yhteenveto .....	97
7.1 Laskentajärjestelmä .....	97
7.2 Tulokset .....	97
7.3 Mallityön arviointia .....	97
Lähdeviitteet .....	99

## Pohjois-Suomen merikaupan kuljetustaloudellisista ongelmista

Talvimerenkulun vaikeudet, erikoisesti Perämerellä, aiheuttavat nykyisin voimakkaan vuodenaikavaihtelun koko Suomen merikaupan kuljetuksissa. Perinteinen liikenneratkaistu, tavaravirtojen ohjaus kesällä lähimmästä ja talvella Etelä-Suomen satamasta, on kuljetuspalvelujen ostajien optimoima tariffien suhteessa. Tämän optimointitavan heikkoudet paljastuvat tarkasteltaessa merikaupan kuljetussysteemiä kokonaisuutena:

- Voimakkaan vuodenaikavaihtelun alainen liikennejakautuma kuormittaa kuljetus- ja satamaresursseja epätasaisesti ja siten kasvattaa resurssien hankinta- ja ylläpitokustannuksia.
- Nykyisten liikenneratkaistujen perustana olevista laskelmista puuttuu valtion subventioiden osuus maa- ja meriväyliin, jääaputoimintaan jne. Esimerkiksi jäänmurtajien pääomakustannuksista valtio vastaa kokonaan ja käyttökustannuksistaakin yli 83 % (Perämerellä yli 95 %, lähde /3.1/). Myös valtion subventiot kattavat suurelta osalta resurssien hankinta- ja ylläpitokustannuksia.

Kuljetustaloudellisissa vertailuissa on yleensä liikaa painotettu eri liikennemuotojen käyttökustannusten eroja. Pitkän tähtäyksen kokonaissuunnittelussa tulee huomioida myös resurssien hankinnan ja ylläpidon kustannukset. Toisin sanoen resurssien kokonaiskäytön lisäksi on tarkkailtava myös resurssien määrää ja käytön taseisuutta.

Läpivuotinen tasainen liikenne, äärimmäisyyksinä joko Perämeren tai Etelä-Suomen satamien kautta, tasoittaisi resurssien käyttöä ja selventäisi eri liikennemuotojen välistä työnjakoa. Pääomakustannukset pienenisivät mutta käyttökustannukset kasvaisivat. Mikä on kuljetustaloudellisesti optimaalinen vuodenaikavaihtelun tasoittamisen aste ?.

Tavaravirtojen keskittäminen harvoin satamiin luo edellytykset suurempien laivojen ja tehokkaamman satamatekniikan hyväksikäytölle sekä säännölliselle linjaliikenteelle. Laskelmia ja mallityötä tehdään ympäri maailmaa sekä laivakoon että toisaalta satamien koon ja lukumäärän optimoimiseksi. Laivakoon optimointi annettulla reitillä on erilliskysymys, johon vaikuttaa matkan pituus ja olosuhteet ulkomaan satamissa. Kokonaissuunnittelussa voidaan olettaa, että laivanvarustajat ovat jo ratkaisseet tämän ongelman, ja kysyä: Kuinka pitkälle satamien keskityksessä ja työnjaossa on syytä mennä, kun laivakokoja ja tavaravirtoja voidaan pitää annettuina ?

Maamme ulkomaankaupassa muodostavat kuljetuskustannukset varsin kriittillisen menoerän. Kuljetus- ja satamatoi-



minnan kehittäminen tunnustetaan tärkeäksi, mutta kehitystyö voi olla rationaalista vain, jos toiminta-alueesta pystytään luomaan kokonaiskuva. Tämä kuva voi olla verrattain karkeakin, kunhan se vain kattaa kaikki toiminnan oleelliset osat myös eri vuodenaikoina.

## 1.2 Tutkimustavoite

Pohjois-Suomen satamatoimikunta on laadituttanut ja selvitystyössään käyttänyt PSST-suunnittelumalleja saadakseen kokemusta kokonaissuunnittelumetodiikan käyttöedellytyksistä ja -arvosta kuljetus- ja satamatoiminnan tutkimisessa ja suunnittelussa. Toimikunta on määritellyt mallityötä ohjaavan kvantitatiivisen tavoitteen seuraavaksi:

On minimoitava Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan yhteiskuntataloudelliset kokonaiskustannukset kuljetusten ja satamatoiminnan osalta. Annettuina ulkoisina tekijöinä pidetään tuotanto- ja kulutusalueiden sijaintia kotimaassa ja ulkomailla sekä näiden alueiden välisiä tavaravirtoja.

Esitetty tutkimustavoite muodostaa selkeän lähtökohdan kvantitatiivisten suunnittelumenetelmien käytölle. Yhteiskuntataloudellinen kokonaistarkastelu edellyttää satamien sijoittelu- ja kehittämisiongelman käsittelyä liikennesurssien mitoitusongelmana. Tästä syystä PSST-mallityössä on ensisijaisesti keskitytty etsimään vuodenaikavaihtelun taloudellista tasoittamistasetta. Mallityön suurimpana periaattellisenä vaikeutena on ollut yhteiskuntataloudellisten kustannusten määrittely ja laskentaperusteiden yhtenäistäminen eri liikennemuotojen välillä. Mallityössä on käytetty mietinnön luvussa 5 esitettyjä kustannuslukuja.

## 1.3 Suunnittelumallit

### 1.3.1 Kokonaismalli

Tutkimuksen päämalli, kokonaismalli, kuvaa karkealla tasolla koko tutkimusaluetta, Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetus- ja satamasysteemiä. Lähtökohtana mallissa on talven ankaruudeltaan normaalivuoden liikennetarve, joka on ilmaistu tuotanto- ja kulutusalueiden välisinä sekä liikenteellisen kauden (avovesi-, talvi- ja välikausi) tarkkuudella tunnettuina tavaravirtoina. Kokonaismalli sallii kunkin kauden tavaravirtojen ohjautua minkä hyvänsä kotimaan sataman kautta ja pitää joka tilanteessa kirjaa ao liikenne- ratkaisun aiheuttamasta kuljetus- ja satamaresurssien käytöstä. Tutkimustavoite on sisällytetty kokonaismalliin muodossa:

Tavaravirrat on kausittain ohjattava sellais- ten satamien kautta, että tarvittavien liikene-



neresurssien vuotuisten ylläpito- ja käyttö-  
kustannusten summa minimoituu.

Kokonaismalli löytää tavoitteen mukaisen parhaan liikennesijoittelun itse, sillä lineaarisena ohjelmointimallina (ks kohta 3.3) se kuuluu optimoivien mallien luokkaan. Kokonaismalli pyrkii mitoittamaan liikennesurssseja ja on siinä analoginen varastojen yms sijoittelumallien eikä niinkään tariffien perusteella optimoivien kuljetusmallien kanssa. Kokonaismalli tulostaa kausi- ja vuositasolla

- liikenteen sijoittelun reiteille,
- liikennesurssien ylläpito- ja käyttömäärät,
- kustannukset käyttölajeittain sekä
- liikennesurssien käytön ja reittien rajakustannuksia.

Kokonaismallin perusteita ja rakennetta on selvitelty luvuissa 2 ja 3 ja mallilla suoritettuja kokeiluja luvussa 4.

### 1.3.2 Lineaarisen ohjelmointimenetelmän valinnasta

Kokonaismallissa sovellettua lineaarista ohjelmointia (LP) käytetään nykyisin laajalti kaupan ja teollisuuden suunnittelutehtävissä. Menetelmän suosio johtuu suurelta osin siitä, että se poikkeaa hyvin vähän tällä hetkellä eniten käytetyistä laskenta- ja suunnittelumenetelmistä. Ovathan esimerkiksi budjetoinnin ja tavanomaisten vaihtoehtolaskelmien laskentaperusteet yleensä lineaariset, joten LP-menetelmän ainoa lisä on useiden vaihtoehtojen tehokas läpilasku ja optimointi. Laskentaperusteiden yhtäläisyys puoltaa LP-menetelmän käyttöä seuraavasti:

- Nykyisen laskentatoimen tuottamat lähtötiedot soveltuvat LP-suunnitteluun vähin muutoksin.
- Perusteiltaan yksinkertaisen ja tutun laskentajärjestelmän tuottamia tuloksia ymmärretään ja käytetään oikein.

LP-menetelmän tuomiksi uusiksi eduiksi voidaan laskea seuraavat:

- Löydetään täysin uusia ratkaisuja.
- LP-menetelmä yleensä pakottaa kuvaamaan ja arvioimaan kaikki tärkeimmän tason tekijät. Menetelmään liittyvä herkkyysanalyysi antaa kuvan lähtötiedoissa esiintyvien epävarmuuksien vaikutuksesta tulosten luotettavuuteen.

Tehokkaat ja monipuoliset tietokonesysteemit tekevät mahdolliseksi LP-menetelmän käytön suurissakin suunnittelutehtävissä. Resurssien mitoitus- ja sijoittelu- sekä kuljetusongelmat ovat LP-menetelmän tyypillisimpiä käyttöalueita.



## 1.3.3 Alimallit

Kunkin liikennemuodon osalta kokonaismalli laskee vain suoritelmääriä ja näistä aiheutuvia kustannuksia. Tärkein ja useissa tapauksissa ainoa kokonaismallin tarvitsema liikennemuoto kohtainen lähtötieto on suoritteiden yksikkökustannus ja sen riippuvuus suoritelmäärästä. Näitä riippuvuuksia on yritetty selvittää kokonaismallin avuksi kehitetyillä alimalleilla; satamasimulaattori ja laivamalli.

Sataman toimivuus vaikuttaa voimakkaasti laivojen ja junien seisontakustannuksiin. Jos satamassa on ylikapasiteettia, on kuljetuskalusto tehokkaassa käytössä ja päinvastoin. Satamasimulaattorilla etsitään sekä kuljetuskaluston että sataman kustannusten kannalta tasapainoista satamaresurssien yhdistelmää. Nykyisen satamasimulaattorin päätarkeituksena on tuottaa kokonaismallin käyttöön tiivistetyt kustannusluvut erilaisilla sataman kautta välitetyn liikenteen määrillä. Näitä tietoja ei saa satamatilastoista, joissa esiintyvien lukujen valossa ahdas, ruuhkautuva satama näyttää pienten pääomakustannustensa vuoksi tehokkaalta. Satamasimulaattoria esitellään tarkemmin luvussa 5.

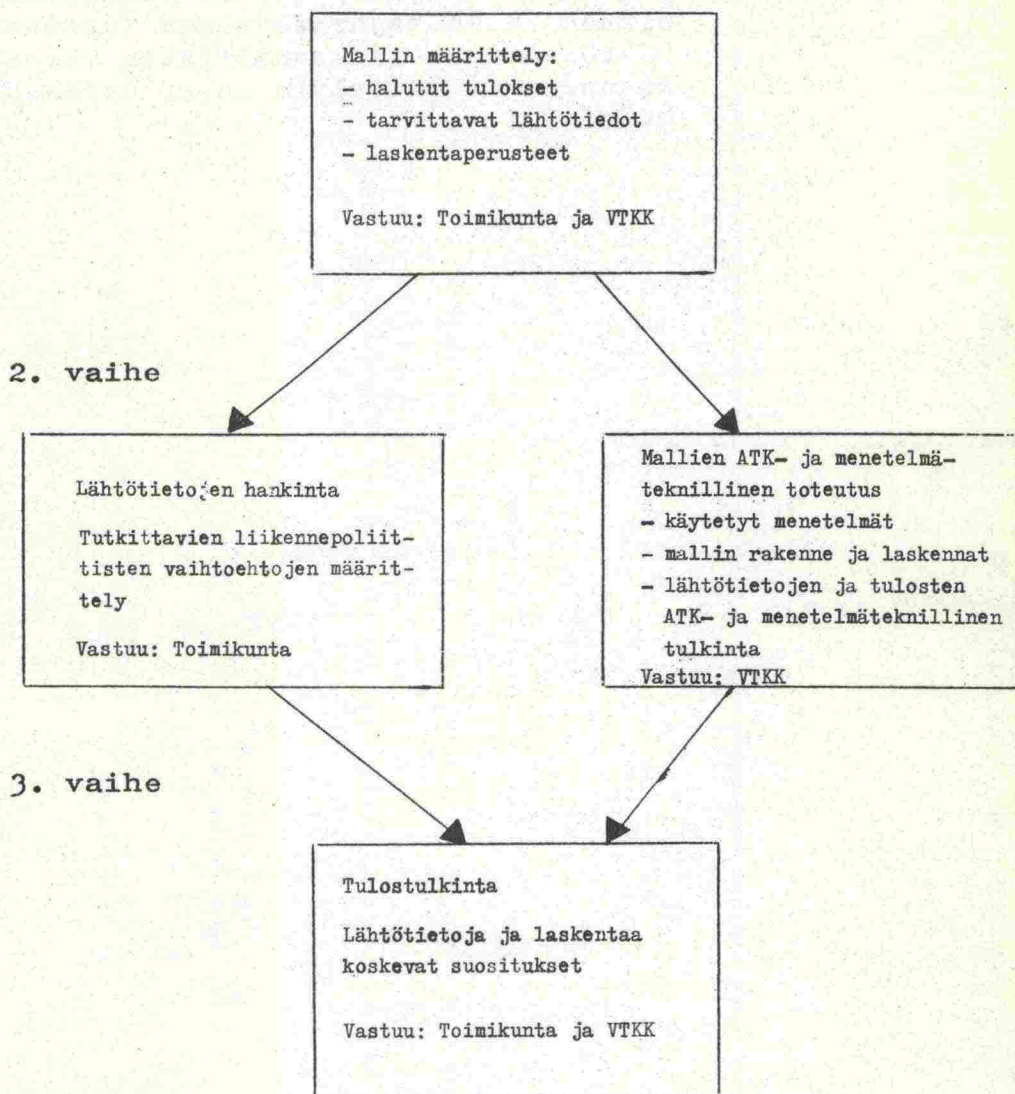
Laivojen kulun optimoimiseksi olisi tavaravirrat keskitettävä satamiin siten, että laiva saisi täyden lastin yhdestä satamasta. Meriliikennetilastoaineistosta on selvitetty Suomessa käyneiden laivojen satamissa poikkeamien lukumäärä, lastaustapahumat ja viipymisaika Suomessa. Laivamallilla (menetelmänä kovarianssianalyysi) on tutkittu satamäkäyntien lukumäärän vaikutusta viipymisaikaan. Tulokset olivat lähtötiedoissa esiintyvien puutteellisuuksien (vrt kohta 6.3.3) ja suuren hajonnan vuoksi vain suuntaa-antavia. Linjoitusmenettelyä käytettäessä kokonaismallissa lisätään ao viipymiskustannukset niille laivalinjoille, joilla ei kulje tarpeeksi lastia. Sitten etsitään uusi optimi.

## 1.4 Mallityön organisoinnista

Toimikunnan ja valtion tietokonekeskuksen (VTKK) välinen tehtävä- ja vastuujaako on esitetty kuvassa 1.1.

## Kuva 1.1 Mallityön vaiheet

### 1. vaihe



Kuvan 1.1 vaiheessa 2 esitetystä tehtäväjaoista huolimatta toimikunta on joutunut verrattain tarkkaan tutustumaan malleissa käytettyihin menetelmiin ja VTKK vastaavasti tietojenhankintavaikeuksiin. Tämä johtuu siitä, että tulokset syntyvät lähtötietojen ja mallin yhteisvaikutuksena, joten vaihe 3 edellyttää tiivistä yhteistoimintaa.

### 1.5 Mallityöskentelystä

PSST:ssa käytetyt kvantitatiivisen suunnittelun uudet apuvälineet asettavat lähtötiedoille sellaisia laatuvaatimuksia, joihin ei tavanomaisia menetelmiä käytettäessä ole totuttu. Systeemin analysointi sekä lähtötietojen määrittely- ja hankintavaiheissa tämä piirre koetaan yleensä raskaaksi, vaikka sen sitten myöhemmin havaitaan kehittävän eniten systeemin yleistä ohjausta ja rutiineja. Näin on käynyt myös PSST:ssa.



Mallityö ja varsinkin sen laskentaperiaatteet on pyritty tutkimuksen aikana ja tässä raportissa esittämään yksityiskohtaisesti ja tehtyjä ratkaisuja perustellen, jotta alan asiantuntijat ja päätöksentekijät pystyvät tulkitsemaan ja arvioimaan laskentajärjestelmän tuottamia lukuja. Päätöksenteon laskennallisten perusteiden luotettavuuden selvittelyyn on erikoisesti kiinnitetty huomiota.

## 2 KOKONAISMALLIN PÄÄPERIAATTEET

### 2.1 Kuvauksen kohde

Kokonaismalli pyrkii karkealla tasolla kuvaamaan koko Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetussysteemiä. Seuraavassa on esitetty kokonaismallin toteutukseen vaikuttaneet tärkeimmät periaatteet ja käytännön ratkaisut, joihin on päädytty systeemin analysointi- ja mallin määrittelyvaiheissa.

### 2.2 Suunnittelun aikajänne ja mallin ajallinen rajaus

Liikenteen sijoitteluongelmat voi kuljetustaloudellisesti mielessä luokitella karkeasti kolmeen tasoon suunnittelun aikajänteen ja liikenteen tasaisuusolettamusten perusteella:

- Lyhyen tähtäyksen suunnittelussa on yleensä kysymys yksinkertaisesta tai kapasiteettien rajoittamasta kuljetusongelmasta, jossa liikenne sijoitetaan tunnetulle kuljetusverkolle reittikohtaisesti tunnettujen kustannusten perusteella.
- Kokonaisen kuljetusjärjestelmän pitkän tähtäyksen suunnittelussa kaikkia liikenteen kustannuksia voidaan pitää muuttuvina. Liikenteen sijoitteluongelmasta tulee tällöin liikenneresurssien mitoitus- ja sijoitteluongelma. Tasaisen liikenteen vallitessa resurssien mitoitus ja sijoittelu edellyttää paitsi tulevan liikennetarpeen myös tavaravirtojen taloudellisen keskittämistason arviointia. Resurssien käyttö noudattaa mitoitus- ja tasaisuudessa liikenteessä.
- Kokonaissuunnittelun tasolla epätasaiseksi luokiteltu liikenne on yleensä jaksollista. Tällöin pitkän tähtäyksen suunnittelussa käytetyn poikkileikkauskuvauksen tulee olla vähintään kokonaisen jakson mittainen. Jaksollisessa tapauksessa syntyy resurssien käytön ja mitoituksen välille eroa, käyttämätöntä kuljetuskapasiteettia, jonka kustannukset tulee sisällyttää jakson kustannuksiin.

PSST-suunnittelu on pitkän tähtäyksen suunnittelua. Tuotannon ja kulutuksen kuljetustarve on Suomessa verrattain tasainen, mutta vuodenaajat aiheuttavat jyrkän kustannussuhteen muutoksen maa- ja merikuljetusten välille. Kokonaismalli on siten pitkän tähtäyksen suunnittelumalli, joka kuvaa poikkileikkauksena jaksollisen kuljetussysteemin yhden jakson, vuoden, liikennettä.

### 2.3 Tutkimustavoitteen tulkinta kokonaismallissa

Tutkimustavoitteessa (ks kohta 1.2) on edellytetty käytettäväksi yhteiskuntataloudellista kokonaistarkaste-



lua kuitenkin kuljetus- ja satamatoiminnan kustannuksiin rajoittuen. Tehty rajausta, toiminnasta aiheutuvien muiden yhteiskuntataloudellisten vaikutusten jättäminen mallityön ulkopuolelle, tekee ongelman analogiseksi edellä esitettyjen kuljetustaloudellisten liikenteen sijoitteluongelmien kanssa. Tutkimustavoite vaikuttaa siten mallin rakenteeseen ja käyttöön seuraavasti:

- Keskeisimpänä ongelmana kokonaismallissa käsitellään vuodenaikavaihtelun taloudellista tasoittamisastetta kuljetus- ja satamaresurssien osalta. Vuodenaikavaihtelun vaikutukset on kuvattu mallissa kausijaon avulla ja ne tulevat siten huomioon otetuksi jokaisessa optimointilaskelmassa.
- Tarkastelua tavaravirtojen keskittämisestä harvoihin satamiin ei ole suoranaisesti sisällytetty kokonaismalliin, koska se edellyttäisi kunkin liikennemuodon yksikkökustannusten tuntemista suoritemäärän funktiona. Näitä kustannusrippuvuuksia etsittiin satamasimulaatorilla ja laivamallilla, mutta tulokset olivat epävarmoja. Siksi keskittämisen vaikutuksia kuvattiin vain laivalinjojen osalta ja kokonaismallilla simuloiden ns linjoitusmenettelyä käyttäen (ks kohta 4.3.2).
- Muiden kuin varsinaisesti kuljetustoimintaan liittyvien yhteiskuntataloudellisten vaikutusten rajaaminen mallin ulkopuolelle on laskennallisesti perusteltavissa. Laajojen kokonaisuuksien käsittelyssä voi vain voimakas rajausta tai jako osasysteemeihin lisätä systeemistä saatavan informaation luotettavuutta ja selkeyttä. Muutoin laskentajärjestelmiä on yhtä vaikea hallita kuin kuvattavaa järjestelmiä itseään ja systeemin tärkeimmät tekijät jäävät löytämättä. Selkeä rajausta on siten luettava mallityölle ansioksi, kunhan rajaukset vain muistetaan tuloksia käytettäessä. Esimerkiksi aluepoliittiselta tasolta katsottuna kokonaismalli on yhtä aluesuunnittelun osasektoria kuvaava työkalu, joka laskee mallin ulkopuolella tehtyjen aluepoliittisten päätösten tai olettamusten vaikutukset kuvaamallaan liikenteen osasektorilla. Kokonaismallilla simuloiden, ts sen lähtöarvoja (annettuja tavaravirtoja) muuttelemalla, voitaisiin laskea mm tuotannon sijaintia koskevien päätösten liikenteelliset kustannukset ja verrata näitä päätösvaihtoehtojen muihin vaikutuksiin. Kokonaismallin rajauksessa syntyneistä ongelmista mainittakoon satamatyöväen sosiaalikustannukset, joita mallissa on käsitelty nykykäytäntöä vastaten lastatuista tonnimääristä riippuvina eikä kuukausiansion luonteisina (ks kohta 3.8.4).



- Tavoiteasettelun mukaisesti kokonaismalliin sisältyy myös valtion kuljetustoimintaan sijoittamat subventiot.

## 2.4

## Maantieteelliset rajaukset

Kokonaismallin aluerajaus poikkeaa näennäisesti tutkimustavoitteesta seuraavissa kahdessa kohdassa:

- Tutkittavana olevasta kuljetussysteemistä kokonaismalli kuvaa vain kotimaanpuoleisen pään. Koska kuljetukseen käytetty laivakoko oletetaan vain määrämaasta ja tavaralajista riippuvaksi (ks kohta 1.1), on laivan kulku, sen ohitettua tietyn Itämeren pisteen, riippumaton siitä, missä Suomen satamissa laiva on asioinut. Gotska Sandön on valittu siksi pisteeksi, johon saakka merenkulun kustannuksia lasketaan kokonaismallissa. Liikennevaihtoehtojen välisiin eroihin merimatkojen katkaisu ei vaikuta, kunhan vain katkaisupiste on valittu niin kaus, että laivankulun erot eri satamavaihtoehtoisissa jäävät kotimaan puolelle ja tulevat siten mallissa kuvatuiksi. Määrämaajako vaikuttaa kokonaismallissa laivakokojen ja linjoitusmenettelyn kautta merikuljetusten yksikkökustannuksiin.
- Kokonaismalli laskee Pohjois-Suomen tavaravirtojen tarvitsemat liikenne-resurssit aina sieltä, mihin kyseinen vaihtoehto on toiminnat sijoittanut. Siksi esimerkiksi jäänmurtajien liikennemääriin sisältyy Pohjois-Suomen tavaroiden avustaminen myös etelässä eikä pelkää Perämeren liikenne.

## 2.5

## Aiheuttamisperiaatteen tulkinta kokonaismallissa

PSST:ssä omaksutun aiheuttamisperiaatteen mukaan kokonaismalli sisältää kustakin liikennevaihtoehtosta ne kustannukset, jotka jäisivät syntymättä ellei vaihtoehtoa toteutettaisi (ks kustannustarkistusryhmän raportti, kohta 2.2). Kokonaismallissa vaihtoehtojen valinta tapahtuu yksittäisten reitinvalintojen kautta. Tavaravirran sijoittaminen tietylle reitille aiheuttaa reitistä riippuvan määrän eri kuljetusresurssien käyttöä, mikä kirjataan liikennemuotokohtaisiin resurssien käyttöä osoittaviin suoritesummiin. Kaikkien kokonaismallissa käsiteltyjen kustannusten voidaan siis katsoa aiheutuvan liikenne-resurssista ja niiden käytöstä.

Pitkän tähtäyksen suunnittelumallina kokonaismalli sisältää paitsi vuoden kuljetuksista suoraan aiheutuneet myös vuodenaikavaihtelun vuoksi käyttämättä jäävän kuljetuskapasiteetin kustannukset. Mallin kuvaama vuosi on jaettu kolmeen jääolosuhteiltaan erilaiseen kauden, jotta liikenne-resurssien vuotuista tarvetta ja kausittaista käyttöä voidaan tarkastella erillisinä. Liikennesuoritteiden yksikkökustannukset jaetaan vastaavasti resurssien ylläpito- ja käyttökustannuksiin.



Jakoperusteet ovat seuraavat:

- Vuoden jaksolla kiinteäluonteisia, tietyn kokoiseen liikenteeseen varautumisesta aiheutuvia kustannuksia sanotaan mallissa resurssin ylläpidon kustannuksiksi. Tällaisia ovat korko-, kiinteät henkilö- ja muut menot.
- Ylläpidettyjen resurssien käyttö aiheuttaa muuttuvaluonteisia käyttökustannuksia.

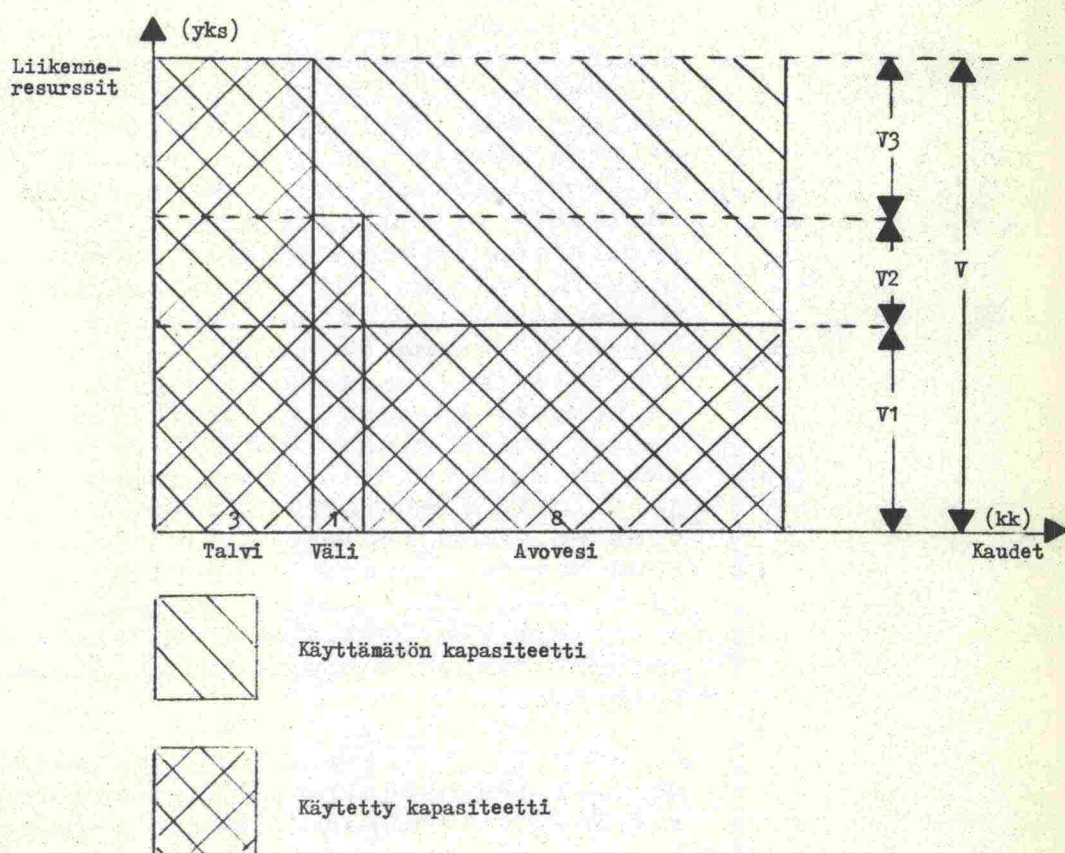
Jos jollakin kaudella liikennesurssien keskimääräinen käyttö on muiden resurssien vastaavaa käyttöä alhaisempi, niin tästä aiheutuu käyttökustannusten suuruinen säästö. Jäljelle jäävä ylläpitokustannus edustaa siten myös käyttämättömästä kapasiteetista aiheutuvaa kustannusta.

Kausien osuus ylläpitokustannuksista määräytyy lineaarisen aiheuttamisperiaatteen mukaisesti. Ajatuskulku on seuraava:

- Mallin kaudet on pyritty määrittämään siten, että kauden sisällä liikennetarve, kustannukset ja resurssien käyttö ovat mahdollisimman tasaiset. Siksi liikennetarpeen vaihtelut kauden sisällä katsotaan voitavan hoitaa ylitöiden ja muiden vastaavien järjestelyjen avulla. Kokonaisen kauden liikennettä ei sen sijaan voi hoitaa erikoisjärjestelyin, vaan kautta varten on varattava kauden keskimääräisen liikenteen mitoittamat resurssit.
- Kullekin kaudelle varatut liikennesurssit ovat pysyväluonteisia, ts ne aiheuttavat ylläpitokustannuksia läpi vuoden. Liikennesurssien yksiköt arvioidaan kokonaismallissa suoriteyksikköinä, so tonneina, tonnkilometreinä ja jääputunteina. Lineaarisen aiheuttamisperiaatteen mukaan kunkin resurssiyksikön vuotuiset ylläpitokustannukset jaetaan tasan sitä käyttäneen liikenteen kesken. Kokonaismallissa, kausien liikennelukujen ollessa keskiarvoja, kunkin tarvittun resurssiyksikön vuotuiset ylläpitokustannukset jaetaan tätä yksikköä käyttäville kausille kausien pituuksien suhteessa.

Kuva 2.1 valaisee kokonaismallissa sovellettua lineaarista aiheuttamisperiaatetta.

Kuva 2.1 Lineaarinen aiheuttamisperiaate



Jakosuhte: Alla olevien kapasiteettien vuotuisten ylläpitokustannusten jako kausille on esitetty järjestyksessä (avovesi : välikausi : talvi).

Kapasiteetit: V1 = Kaikkien kausien liikenteen aiheuttama kapasiteettitarve. Jakosuhte (8 : 1 : 3).

V2 = Talvi- ja välikauden liikenteen aiheuttama lisäkapasiteetin tarve. Jakosuhte (0 : 1 : 3).

V3 = Talven liikenteen aiheuttama lisäkapasiteetin tarve. Jakosuhte (0 : 0 : 1).

V = Koko vuoden ylläpidetty kapasiteetti.

Yhteenvedo liikenne-resurssien ylläpidon ja käytön kohdistamisesta kausille:

Kapasiteettien ylläpidon kohdistaminen kausille				Kapasiteettien käytön kohdistaminen kausille			
Avovesi	Välikausi	Talvi	Yhteensä	Avovesi	Välikausi	Talvi	Yhteensä
8/12 • V1	1/12 • V1 3/12 • V2	3/12 • V1 9/12 • V2 V3	V1 V2 V3	8/12 • V1	1/12 • V1 1/12 • V2	3/12 • V1 3/12 • V2 3/12 • V3	V1 4/12 • V2 3/12 • V3
Ylläpitoa vuodessa yhteensä: V				Käyttöä vuodessa yhteensä: V1 + 4/12 • V2 + 3/12 • V3			



Kuvan 2.1 selityksissä on lähdetty siitä, että minimikäyttökauden resurssitarvetta (kuvassa V1) pidetään mitoitusperustana, koska tämä määrä resurssia tarvitaan kaikilla kausilla. Resurssin ylläpidon kustannukset ovat tältä osin kaikella liikenteellä samat kaudesta riippumatta. Kausille, joiden resurssien käyttö ylittää näin mitoitettua kapasiteetin, kohdistetaan käytön lisäksi myös käyttämättä jäävän kapasiteetin ylläpidon kustannukset. Ylläpidosta aiheutuneet kustannukset liikennesuoriteyksikköä kohti kasvavat näillä kausilla, rajakustannusten kasvaessa vieläkin voimakkaammin. Tällä tavoin ylläpitokustannuksiin kohdistuva aiheuttamisperiaatteen käyttö johtaa vuodenaikavaihtelun tasoittamispyrkimykseen. Käyttökustannukset pyrkivät puolestaan pienentämään ylläpidettyjen resurssien kokonaiskäyttöä. Eri liikennemuotojen välinen edullisuusvertailu perustuu esitetyt vastakkaiset vaikutukset huomioon ottavassa kokonaismallissa paitsi liikennemuotojen välisiin yksikkökustannusten eroihin myös liikennemuotojen sisäisen kustannusrakenteen joustavuuteen ts käytölle ja ylläpidolle kohdistettujen kustannusosuuksien suhteeseen. Mitä suurempi osuus jonkun liikennemuodon kustannuksista on resurssien ylläpidon kustannuksia, sitä voimakkaammin kokonaismalli pyrkii tasoittamaan ao resursseja. Malli koettaa silloin pitää kalliin resurssivarannon mahdollisimman pienenä ja käyttää sen tarkoin.

Kuvan 2.1 yhteenvetotaulukosta voidaan todeta, että koko vuoden jaksolla ylläpidetty resurssi määräytyy maksimikäyttökauden tasolle (kuvassa V eli  $V1 + V2 + V3$ ). Kaikki aiheuttamisperiaatteen mukaiset kokonaiskustannukset tulevat siten missä hyvänsä liikenneneratkaisussa määräytyiksi, kun vain tunnetaan maksimikauden resurssitarve ja koko vuoden käyttömäärien summa.

Kokonaismallissa käytetyllä aiheuttamisperiaatteella on edellä perustellut kaksi laskennallista tulkintaa. Käyttökustannusten osalta tulkinta on molemmissa tapauksissa sama ja ylläpitokustannusten tulkintatavat voidaan tiivistää seuraavasti:

- Konventionaalinen tapa. Minimikäyttökausi mitoittaa vuotuisen kapasiteetin, josta aiheutuvat ylläpitokustannukset jaetaan kausien pituuksien suhteessa. Mitoituksen ylittävän lisäkapasiteetin vuotuiset ylläpitokustannukset kohdistetaan liikennemäärien suhteessa niille kausille, jotka tätä lisäystä käyttävät.
- Yksinkertaistettu tapa. Maksimikäyttökausi mitoittaa vuotuisen kapasiteetin. Laskentamenetelmä huolehtii aiheuttamisperiaatetta automaattisesti.

Molemmissa laskentatavoissa vuotuiset ylläpitokustannukset ovat siis keskenään täysin samat, olipa liikennevaihtoehto mikä hyvänsä. Kokonaismallissa, joka itse etsii edullisia liikennevaihtoehtoja ta-



sapainottelemalla kausien liikennevolyymeja, on helpompi käyttää jälkimmäistä tapaa, koska siinä ei tarvitse etukäteen tietää edes mihin kauteen maksimikäyttö osuu.

## 2.6

## Yksikkökustannukset

Aiheuttamisperiaatteen ohella toinen mallityön kustannusten käsittelylle olennainen piirre on käsittelyn kaavamaisuus, mikä johtuu kolmesta seikasta:

- Käytössä oleva tietomateriaali on verrattain karkeaa ja analysoimatonta. Siksi lastinkäsittely- ja kuljetussuoritteiden yksikkökustannuksina käytetään koko kuvausalueen keskiarvoja. Tilastoissa näkyviä yksilöllisiä eroja alueiden välillä ei ole syytä ottaa huomioon niin kaun kuin erojen syitä ei ole selvitetty.
- Suurin vaikutus kokonaismallissa on eri liikennemuotojen (satama, maa- ja merikuljetukset) keskinäisillä kustannussuhteilla ja sisäisen kustannusrakenteen joustavuudella. Kuljetustoiminnan eri osasektorien laskenta-toimen epäyhtenäisyydestä johtuen nämä karkeankin tason tiedot ovat erittäin epävarmoja. Yksilöllisten erojen tarkastelu on tästäkin syystä epäoleellista.
- Mallityön ensi vaiheen, jossa vielä ollaan, päämääränä on karkean yleiskuvan luominen tässä tapauksessa varsin laajasta tutkimis-alueesta. Käsittelyn kaavamaisuudesta on siten suorastaan etua koko kuljetussysteemin olennaisimpien piirteiden paljastumisen kannalta.

Malliin ei sisällytetä eri vaihtoehdoissa samoina pysyviä kustannuksia, koska ne eivät vaikuta kuljetusratkaisun valintaan. Siksi kokonaismallista on jätetty pois lastinkäsittely niin tehtaalla kuin satamissakin, koska ne keskiarvokustannuksia käytettäessä ovat samat eri vaihtoehdoissa. Satamatyöväki on tällöin oletettu täysin liikuteltavissa olevaksi. Malliin on sisällytetty kuljetusten aiheuttamat kustannukset kalusto-, henkilö ym. menoihin sekä satamien ylläpitokustannukset. Kuljetusten kustannuksia laskettaessa on huomioitu etäisyydet, laivakoot ja erilaiset jäiissäkulkuosuudet.

## 2.7

## Liikennemuotojen rajaus

Pohjois-Suomen merikaupan kuljetusketjuja kuvataan kokonaismallissa seuraavilta osin:

- Maakuljetus
- Kotimaan satamatoiminnot
- Merikuljetus
- Jäämurtajatoiminta.



Kokonaismallin tarkastelu keskittyy maa- ja merikuljetusten välisten erojen tarkasteluun eri kausina ja koko vuoden jaksolla. Pääongelman pelkistämiseksi mallissa ei vertailla maakuljetusmuotojen keskinäistä edullisuutta. Mallissa on rautateiden ja autojen välille oletettu työnjako: Alle 50 km:n kuljetukset hoidetaan autoilla ja muut rautateitse.

Lastinkäsittely tehtaissa ja satamissa on käytännön syistä jätetty mallin kuvauksen ulkopuolelle, koska ne keskiarvokustannuksia käytettäessä eivät vaikuta vaihtoehtojen valintaan (ks kohta 2.6). Poikkeuksen muodostaa lastinkäsittely silloin, kun liikennealue on satamassa. Tavarantoimen vienti muusta kuin omasta satamasta aiheuttaa silloin lisäkustannuksen, joka vaikuttaa vaihtoehtojen valintaan.

Kohdassa 2.5 esitettyä aiheuttamisperiaatetta on sovellettu eri tavoin eri liikennemuotojen kohdalla. Rautatie-, satama- ja jäänmurtajaresurssien mitoitusta seurataan mallissa ylläpitokustannusten avulla, kun taas autojen ja laivojen kaikki kustannukset tulkitaan käyttömääristä suoraan riippuviksi. Käsitelyn erilaisuus johtuu siitä, että laivat ja autot katsotaan löysemmin kiinnitetyiksi systeemiin. Laivojen toiminnasta vain pieni osa tapahtuu kuvausalueella. Mallissa ei valvota laivaresurssien käyttöä, mutta tasoitusta voi olettaa tapahtuvan jo itsestään siten, että laivan kulku hidastuu talvella jäissä, kun taas kesällä kuljetetaan enemmän tavaraa ja se haetaan pohjoisemmista satamista.

## 2.8

### Tavaravirrat

Kokonaismallin lähtökohtana on kausittain ja tavaralajeittain tunnetut tavaravirrat tuotanto- ja kulusalueiden välillä. Yleensä tavaroiden viennin ja tuonnin oletetaan olevan tasaista läpi vuoden. Poikkeuksen muodostaa sahatavara (v 1969) sekä suuri osa joukkotavaraa, joita kuljetetaan vain avovesikaudella.

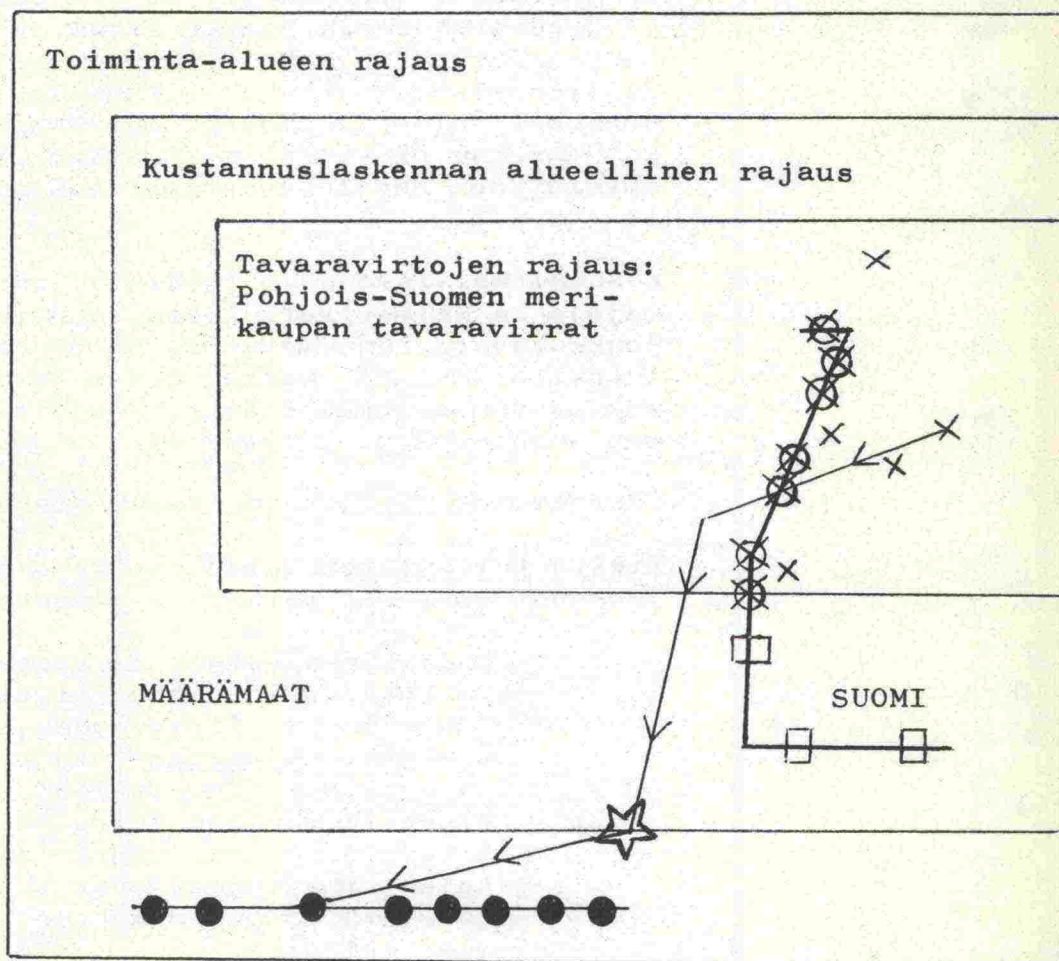
Suomen ulkomaankaupan liikennetarve on jo nyt verrattain tasainen ja tämä tendenssi vahvistuu tulevaisuudessa. Kokonaismallissa tehty ennako-oletus tavaravirtojen jakautumisesta kausille vastaa suunnilleen nykykäytäntöä ja vaikuttaa vaihtoehtojen valintaan. Mallissa kuljetetaan pelkästään avovesikaudella sellaista tavaraa, jonka varastointi arvostetaan halvaksi sekä varaston sisällön että sen vaatiman tilan osalta.

## 3 KOKONAISMALLIN RAKENNE JA TOIMINTA

## 3.1 Ongelman rajaus ja kuvaustarkkuus

Teknisessä mielessä kokonaismalli on laskentajärjestelmä, joka toteuttaa luvussa 2 esitetyt periaatteet. Kokonaismallin kuvaaman kuljetussysteemin elementit ja rajaukset on esitetty kuvassa 3.1 kokonaismallin järjestelmänä ja kuvassa 3.3 reittikohtaisena erittelyinä.

Kuva 3.1 Kokonaismallin kuvauskohde ja rajaukset



Selityksiä: Tuotanto- ja kulutuspisteet koti- ja ulkomailla

X = liikennealue

● = määrämaa

Satamat

○ = Pohjois-Suomen satama

□ = Etelä-Suomen satamaryhmä

Muita selityksiä

— = Suomen rantaviiva

→ = reitti

☆ = piste Itämerellä



Liikennealueet, satamat ja määrämaat on kuvassa 3.1 esitetty pisteinä. Mallissa Pohjois-Suomi on kuvattu 11:nä tuotanto/kulutuspiirteenä (lisäksi selluloosan osalta Kemijärvi), jotka edustavat tuotannon ja kulutuksen määräämää painopistettä liikennealueilla. Suuri osa Pohjois-Suomen tuotannosta on sijoittunut satamakaupunkeihin, joten 7 liikennealuetta on satamissa. Sisämaan liikennealueiden kuvaus piirteenä on Pohjois-Suomessa tuotannon ja pääväylien keskittyneisyyden vuoksi verrattain helppoa. Vaihtoehtojen välisiä eroja tutkittaessahan voidaan jättää kuvauksen ulkopuolelle ne matkaosuudet, usein alkumatkat, joille ei ole vaihtoehtoa. Satamia on mallissa 10. Näistä 7 on Pohjois-Suomen satamia ja 3 edustaa Etelä-Suomen satamaryhmiä (Pori-Rauma, Turku-Hanko-Helsinkiä ja Kotka-Haminaa). Liitteessä 3.1 näkyvät valitut satamat ja liikennealueet painopisteineen. Määrämaat on ryhmitelty kahdeksaksi pisteeksi merimatkan pituuden ja kaupan yhteisyyden huomioon ottaen. Määrämaajako on liitteessä 3.2.

Kokonaismallissa on 4 tavaralajiryhmää. Vientitavaralajeja on kolme: selluloosa, muu yksikkötavara ja joukkotavara. Joukkotavara on ainoa mallissa kuvattu tuontitavaralaji, koska muiden tavaroiden tuontimäärät ovat merkityksettömät. Pohjois-Suomen joukkotavaran tuonnista on jätetty pois öljy.

### 3.2

Systeemianalyysistä ja laskentamenetelmistä

Tietyn toimintakokonaisuuden tavoitteellisen ohjauksen perusedellytykset ovat seuraavat:

- Toiminta-alueesta on saatava riittävän selvä kuva. Toimintaan vaikuttavat tekijät, näiden väliset riippuvuudet, ja toiminnalle asetetut rajoitukset on pyrittävä löytämään ja erittelemään. Tekijät, joihin toiminta-alueella voidaan vaikuttaa ovat (toiminta-alueen sisäisiä) muuttujia. Parametrit (ulkoiset muuttujat) ovat toiminta-alueen päätöksistä (ainakin suhteellisen) riippumattomia tekijöitä.
- Toiminnalla on oltava selvä päämäärä, jonka toteutumista pystytään seuraamaan. On siis pyrittävä löytämään sellainen toiminnan muista tekijöistä riippuva muuttuja, yleisnimitään kriteerieli kohde, jonka arvo ilmaisee tavoitteessa onnistumisen.

Jo systeemin tekijäin, riippuvuuksien, rajoitusten ja kohteen analysointi periaatetasolla on useissa tapauksissa osoittautunut hedelmälliseksi nk intuitiivisessa päätöksenteossa. Jos päätöksille haetaan varmempaa kvantitatiivista pohjaa, seuraa vaiheet:

- Parametrien arvojen ja vaihtelujen mittaaminen tarkoituksenmukaisella tarkkuudella.



- Toteutuneen ja suunniteltujen toimintavaihtoehtojen 'tuloslaskenta ja arviointi'.

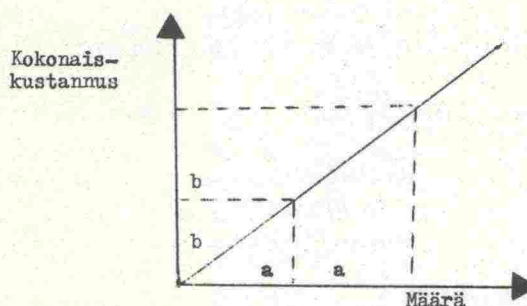
Lähes jokainen toimintakokonaisuus, karkeaankin arviointitasoon tyytyen, on niin suuri, että lukuisista mahdollisista vaihtoehdoista pystytään inhimillisin voimin laskemaan vain erittäin harvoja ja nekin ehkä osittain. Paljon laskutyötä vaativat osat, usein tärkeimmät, arvioidaan vain silmämäärin, jolloin tuloksiin jää liikaa 'jossittelun' varaa. Oleellisesti uudet vaihtoehdot jäävät löytymättä.

Jos systeemi on hyvin analysoitu ja lähtöparametrien arvot riittävän tarkasti mitattu, ei laskentatyö nykyään enää muodosta suunnittelun pullonkaulaa. Nykyaikaiset, joustavien tietokonesysteemien tasolle kehittyvät, tehokkaat laskentamenetelmät etsivät muutaman tunnin, jopa minuutinkin tietokoneen käytöllä parhaan tai muutamia parhaita toimintavaihtoehtoja miljoonienkin mahdollisten joukosta. Lineaarinen ohjelmointi (LP) on näistä menetelmistä yksinkertaisin, tehokkain ja laajimmin käytetty. Kokonaismalli on rakenteeltaan LP-malli.

### 3.3 Lineaarinen ohjelmointi

Kaikki LP-mallissa esiintyvät muuttujien väliset riippuvuudet ovat lineaarisia, so muuttujien arvot muuttuvat samassa suhteessa. Esimerkiksi kokonaiskustannus riippuu määrästä lineaarisesti, jos yksikkökustannus on määrästä riippumaton vakio; jos nimittäin määrä kasvaa kaksinkertaiseksi, samoin tekee kokonaiskustannus (ks kuva 3.2).

Kuva 3.2 Lineaarinen riippuvuus



LP-mallitekniikassa aiemmin mainitut toiminnan kuvauksen peruselementit esitetään seuraavasti:

- Parametrit ja muuttujat ovat mitattavia, numeroarvoilla esitettäviä suureita. Parametrit ovat mallissa vakioita, sen lähtötietoa. Muuttujien arvot malli määrää.
- Kohde on muuttujien lineaarinen lauseke. Se on parametreilla kerrottujen muuttujien summa. Kohdetta minimoidaan tai maksimoidaan.



- Toiminta-alueen rajausta toteutetaan rajoitusyhtälöillä (ja epäyhtälöillä), jotka nekin ovat lineaarisia.

Lyhyesti sanottuna, LP-malli etsii ne muuttujien arvot, jotka toteuttavat lineaariset rajoitusyhtälöt ja optimoivat lineaarisen kohteen. Lineaarisen ohjelmoinnin matemaattinen esitysmuoto on liitteessä 3.3.

### 3.4

#### LP-mallitekniikan sopivuus kokonaismalliin

Yleisesti ottaen LP-tekniikan otollisinta käyttöaluetta ovat kuljetus- ja massatuotantotyyppiset ongelmat. Kokonaismallissa satamia voidaan pitää analogisina massatuotantolaitosten tai varastojen kanssa. naismallin kuvaama systeemi on helposti puettavissa matemaattiseen muotoon. Rajoitusyhtälöissä ei synny vaikeuksia. Niitä voidaan pitää lähes kiistattomasti oikeina. Sen sijaan kohde, kokonaiskustannukset, vaikkakin teoriassa selvä ja mitattavissa oleva, on hankalampi. Sekä satamatyössä että kuljetuksissa yksikkökustannus alenee määrän kasvaessa. Lineaarisuusvaatimus ei siis ole voimassa. Osa epälineaarisuuksista voidaan käsitellä normaalisti LP-mallissa, osa vaatii kehittyneempiä menetelmiä. Tällä hetkellä LP-malli on kuitenkin riittävän tarkka, koska mallityön päävaikeudet ovat parametrien määrittelyn ja mittauksen puolella. Käytetyt kustannusluvut ovat keskiarvoja, eikä esim satamakustannusten ja määrän tarkempaa riippuvuutta ole voitu selvittää. Kohdassa 3.8 on selvitetty kustannusten käsittely kokonaismallissa ja kohdassa 6.4 niitä muutoksia, jotka kokonaismalliin tulee tehdä sitten, kun tietotason tarkkuus ylittää mallin nykyisen kuvaustarkkuuden.

### 3.5

#### Kokonaismallin hierarkkiset tasot

Kokonaismallissa on kolme hierarkkista tasoa

- kausimalli,
- vuosimalli ja
- kokonaismalli.

Kausimallissa kuvataan yhden kauden ja yhden tavaralajin kuljetussysteemi. Kausimalli on perusosa, josta kokonaismallin rakentaminen on aloitettu ja jollaisista se on vaihteittain koottu. Kausimallin kuvauskohteen, kauden, liikennetarve ja kuljetuskustannukset oletetaan kokonaismallissa tasaisiksi. Rakenteensa puolesta kausimallia voisi siis käyttää itsenäisenä kuvaamaan tasaisen liikenteen kuljetussysteemiä ja sen keskittämisongelmia.

Vuosimallissa kuvataan yhden tavaralajin koko vuoden kuljetussysteemi. Vuosimalli sisältää kaikki ao tavaralajin kausimallit ja lisäksi liikenneresurssien vuotuista ylläpitoa kuvaavan osan. Vuosimalli on jo itsenäisesti käsiteltävissä oleva kokonaismallin osa, ts mainituissa malleissa on

täsmälleen samanlainen kustannuskäsittely.

Kokonaismallilla kuvataan kaikkien tavaralajien koko vuoden kuljetussysteemi. Kokonaismalli sisältää kaikkien tavaralajien vuosimallit ja lisäksi eri tavaralajeille yhteisten kuljetusresurssien, esim jäänmurtaajien, käyttöä kuvaavan osan.

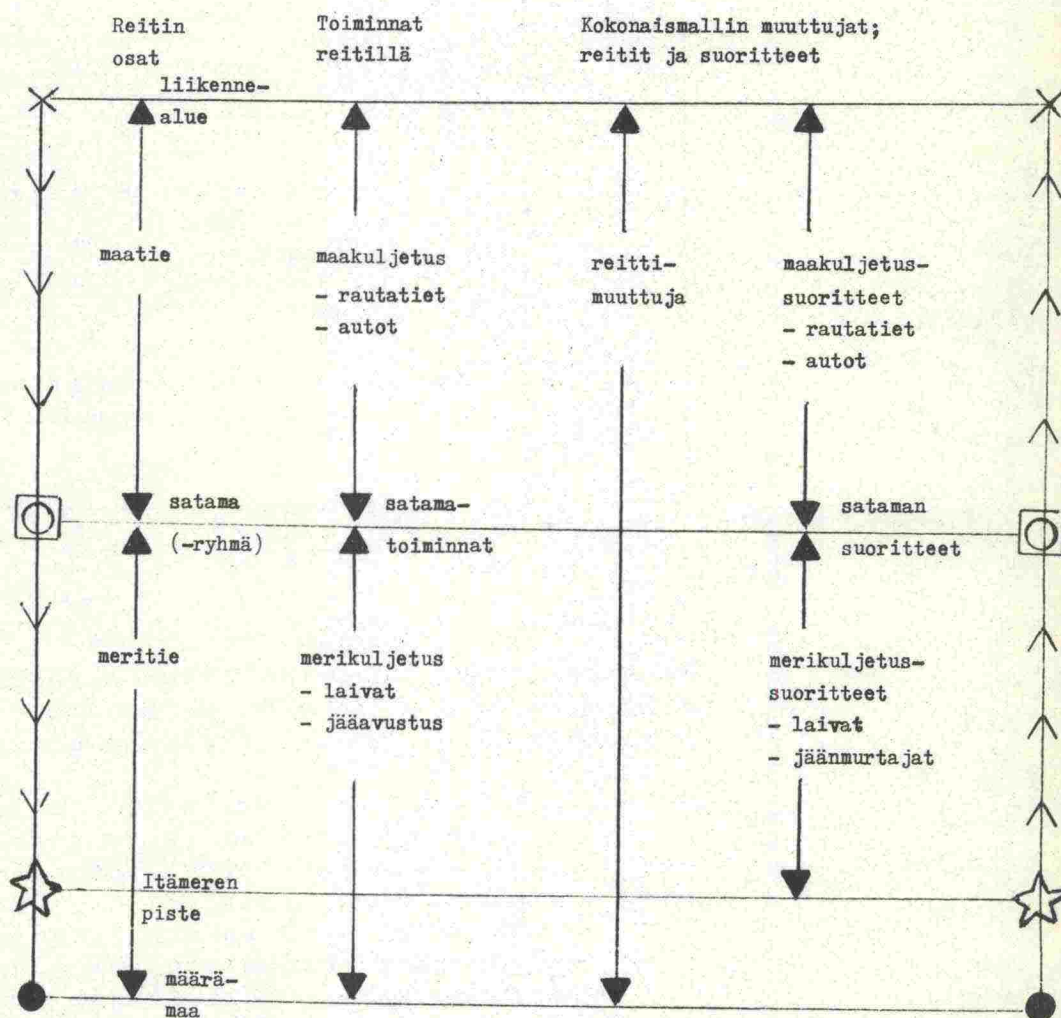
Kohdissa 3.6 - 3.8 kuvataan ensin yksityiskohtaisesti lineaarisen vuosimallin muuttujat, parametrit, yhtälöt ja kohdelauseke. Vuosimallin kuvauksessa on vain yhden tavaralajin kuljetussysteemi. Kokonaismallin rakenne ja kustannusten käsittely tulee jo vuosimallin avulla täysin selvitetyksi, koska vuosi- ja kokonaismalli eivät eroa näissä kohdin.

### 3.6

#### Vuosimallin muuttujat

Vuosimallissa on kaksi hierarkkista muuttujatasoa; vuosi ja kausi. Kuvassa 3.3 muuttujat erotellaan kuvauksen toiminnallisen kohteen mukaan.

Kuva 3.3 Reititin kuvaus kokonaismallissa





Reittimuuttujat ovat vuosimallin ainoat aidot (riippumattomat) muuttujat. Liikennealueiden ja määrämäiden väliset tavaravirrat tunnetaan kunkin kautena. Reittimuuttuja edustaa sitä tavaravirran osaa, joka ohjataan tietyn sataman kautta. Esimerkiksi avovesikauden tavaravirta Kajaanista Englantiin jakautuu Kemin, Oulun, Raahen jne kautta kulkeviksi osatavaravirroiksi ja näitä kutakin edustaa oma reittimuuttujansa. Reittimuuttujien avulla kunkin kauden jokainen tavaravirta tai sen osa voi ohjautua minkä sataman kautta hyvänsä. Suurin osa vuosimallin muuttujista on reittimuuttujia, vaikka niistä karsitaankin selvästi epäoleelliset, kuten esimerkiksi reitti Seinäjoki - Kemi - Englanti.

Suoritemuuttujat edustavat liikennesurssien käyttöä ja ylläpitoa ja ovat siten reitinvalinnoista riippuvia, kustannuslaskentaa helpottavia apumuuttujia. Suoritemuuttujia nimitetään lyhyesti vuosija kausimuuttujiksi kuvauksen hierarkkiatason mukaan. Taulukossa 3.1 on yhteenveto kaikista vuosimallin muuttujista.

Taulukko 3.1 Vuosimallin muuttujain luokittelu

Hierarkkia-taso	Toiminnallinen taso	
	Reitin kuvaus	Liikennesuoritteiden kuvaus
Vuosi		vuosimuuttuja = ylläpidetty resurssi - rautateillä - satamilla ja - jäänmurtaajilla
Kausi	reittimuuttuja	kausimuuttuja = käytetty resurssi - kaikilla liikennemuodoilla

Kausimuuttujat kuvaavat liikennesurssien kausittaisia käyttömääriä ja ovat reittimuuttujien eri tavoin painotettuja ja yhdistettyjä summia seuraavasti:

- Maakuljetussuoritteita laskettaessa otetaan huomioon autojen ja rautateiden välinen työnjako (ks kohta 2.7). Autojen suoritteet lasketaan tonnikilometreinä ja rautateiden sekä tonneina että tonnikilometreinä. Rautateiden ja autojen kausittaiset tonnikilometrit ovat maamatkoilla kerrottujen reittimuuttujien (eli osatavaravirtojen) summia. Rautatietonit saadaan ao reittimuuttujien suorana summana.

- Laivamuuttujia on yksi kutakin satama-määrä-maayhdistelmää eli mahdollista linjaa kohti. Laivamuuttujat lasketaan ao satama-määrämaakohtaisten reittimuuttujien summana ja ne on siten mitattu tonneina. Laivojen kustannusluvuissa on otettu huomioon merimatkojen pituudet, laivojen koko ym merikuljetuksen yksikkökustannuksiin vaikuttavat tekijät.
- Satamamuuttujia on yksi kutakin satamaa kohti. Satamamuuttuja lasketaan sataman kautta ohjattujen laivamuuttujien summana. Satamasuorite mitataan tonneina.
- Jäänmurtajamuuttujaan lasketaan kaudella tarvittavan jäänmurtaja-avun kokonaismäärä tonneina. Yhden tavaratonnin vaatima avustusmäärä nk yksikköavustus, on satamakohtainen ja se riippuu jäänmurtajasaattueen nopeudesta sekä kerralla avustetun lastin määrästä.

$$\text{Yksikköavustus} = \frac{\text{eril jääosuuksiin kulunut aika}}{\text{kerralla avustetut tonnit}}$$

Jäänmurtajamuuttuja on ao yksikköavustuksilla kerrottujen satamamuuttujien summa.

Liikennemuotokohtaisissa vuosimuuttujissa on läpi vuoden ylläpidetty resurssimäärä. Vuosimuuttuja lasketaan kausimuuttujista siten, että se vastaa ao resurssin maksimikäyttökauden mukaista vuotuista suoritemäärää. Satamilla, rautateilla ja jäänmurtajilla on vuosimuuttujat.

### 3.7 Vuosimallin rajoitusyhtälöt

Vuosimallin rajoitusyhtälöiden avulla huolehditaan tavaravirtojen oikeamääräisestä ja katkeamattomasta kulusta reiteillä sekä reitin varrella syntyneiden liikennesuoritteiden keräilystä suoritesummiksi. Yhtälöiden hierarkkiset ja toiminnalliset tasot ovat samat kuin muuttujien (ks taulukko 3.1).

Kausitason yhtälöt ja niiden rakenne ovat seuraavat:

- Tavarayhtälöissä liikennealue-määrämaakohtaiset tavaravirrat asetetaan yhtäsuuriksi ao tavaravirtoja kuvaavien reittimuuttujien summan kanssa (summausindeksinä satamat).
- Suoriteyhtälöissä, so rautateiden tonni- ja tonnikipometri-, autojen tonnikipometri-, laiva-, satama- sekä jäänmurtajayhtälöissä ao kausimuuttujat lasketaan reittimuuttujista kohdassa 3.6 esitettyjen määrittelyjensä mukaisesti. Yhteenvedossa, taulukko 3.2, on esitetty kausimuuttujien laskeminen.



## Taulukko 3.2 Kausimuuttujien laskeminen

Suorite- muuttuja	Suoritt laatu	Summaus		
		-kerroin	-muuttuja	-indeksi
rautatie				
- tonnit	tonni	1	reitti	liikenne- alue, satama ja määrämaa
- tonnikilometrit	tkm	maastäisyys	"	
auto	tkm	"	"	
laiva	tonni	1	reitti	satama
satama	tonni	1	laiva	määrämaa
jäänmurtaja	aputunti	yksikköavustus	satama	satama

Kunkin vuosimuuttujan laskeminen vaatii kolme epäyhtälöä; kausimuuttujat jaetaan kausien pituudella ja näin saaduista luvuista suurin määrää vuosimuuttujan.

Vuosimallin rajoitusyhtälöiden kertoimista muodostuu nk rajoitusmatriisi siten, että sarakkeet ovat muuttujia, rivit ovat yhtälöitä ja elementtinä on muuttujan kerroin yhtälössä. Rajoitusmatriisi on mallin fyysisesti suurin mutta pysyvin osa, jonka ainoat epävarmat kertoimet ovat jäänmurtaajien yksikköavustukset (vrt taulukko 3.2).

## 3.8

## Vuosimallin kohdelauseke

Vuosimallin muuttujat ja yhtälöt muodostavat laskentamekanismin, joka pitää huolta kuvaamansa kuljetussysteemin toiminnallisesta puolesta ja laskee liikenneresurssien ylläpito- ja käyttömäärät kussakin vaihtoehdossa. Kokonaismallin tavoite (ks kohta 1.3) voidaan nyt lausua vuosimallin kohdelausekkeena seuraavasti:

Minimoidaan vuosi- ja kausimuuttujissa olevien liikenneresurssien ylläpito- ja käyttökustannusten summa.

Kohdelauseke esitetään seuraavassa liikennemuodoittain.

## 3.8.1

## Maakuljetuskustannukset

Rautateiden ja autojen kustannukset saadaan kaa-

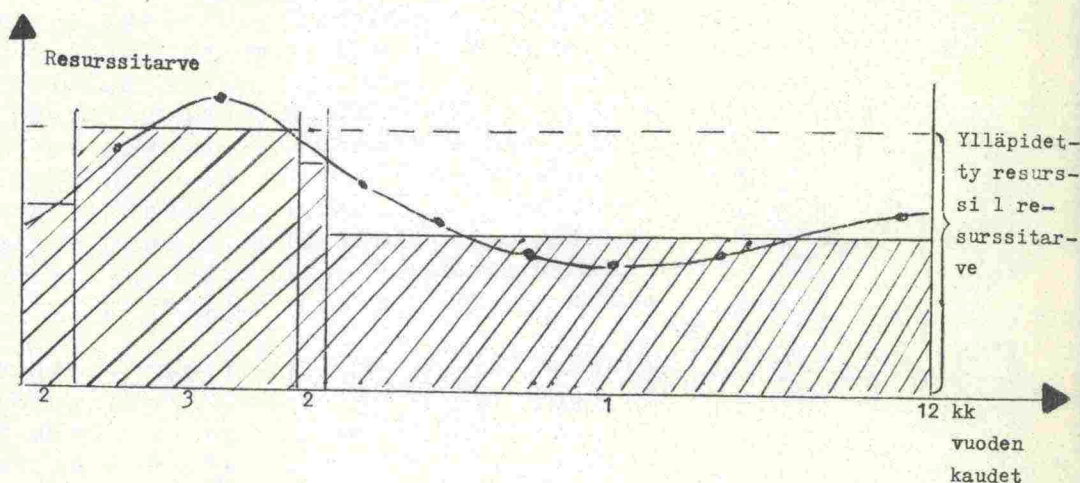
vasta:

$$\text{kustannus} = a_1 \cdot \text{tonnikilometrit} + a_2 \cdot \text{tonnit}.$$

Autoilla  $a_2 = 0$  ja tonnikilometrit ovat autojen kausimuuttujissa, sillä autojen kaikki kustannukset tulkitaan käyttömääristä riippuviksi (ks kohta 2.7).

Avovesi- ja talvikauden väliset suuret erot merenkulun kustannuksissa pyrkivät aiheuttamaan voimakkaan vaihtelun rautatieresurssien käytössä. Ylläpitokustannusten osuus on ratkaiseva rautatieresurssien taloudellista keskittämistarvetta arvioitaessa. Rautatieresurssien käsittely mallissa on esitetty kuvassa 3.4.

Kuva 3.4 Rautatieresurssien ylläpito ja käyttö. Kaavamainen kuva



Kaudet: 1 = avovesi, 2 = välikausi (mallissa yhtenäisen), 3 = talvi

Resurssien käyttö:

- · — kuviteltu käyttö
- mallissa kuvattu käyttö (kausien keskiarvojen mukaan, viivoitettu alue)
- ylläpidetty resurssi (maksimikäyttökauden keskimääräinen tarve)

Rautateiden kuljettamien tonnien ja tonnikilometrien vaatimat vuotuiset resurssivarannot (ylläpito) ovat  $a_0$  vuosimuuttujissa ja käyttö vastaavissa kausimuuttujissa.

PSST-suunnittelussa käytetyt kertoimen  $a_1$  ja  $a_2$  arvot ovat lähtötietotaulukossa 4.3.

### 3.8.2

Merikuljetuskustannukset

Laivakustannukset saadaan kaavasta:

$$\text{kustannus} = l \cdot \text{tonnit}.$$

Mallissa tonnit ovat kausi-satama-määrämaakohtaisissa laivamuuttujissa, sillä laivojen kaikki kustannukset katsotaan suoraan käytöstä riippuviksi (ks kohta 2.7). Kerroin  $l$  lasketaan seuraavasti:

$$l = \frac{\text{laivan päiväkustannus}}{\text{lastitonit}} \cdot \text{päivät}.$$



Tulon edellinen jäsen riippuu vain laivasta ja jälkimmäinen laivan nopeudesta sekä kuljetuista matk-osuuksista.

Liikenne kuhunkin määrämaahan hoidetaan nk tyyppilai-voilla, jotka kustannuslaskelmiin liittyvine ominai-suuksineen on esitetty taulukossa 4.5. Mallissa ole-tetaan laivojen yleensä kulkevan toiseen suuntaan maksimilastissa ja toiseen tyhjänä, ts täyttösuhde on 50 %. Suurten laivojen täyttösuhteena on käytet-ty 40 %.

Päivät jaetaan liikkeellä- ja satamissaolopäiviin. Liikkeelläoloon lasketaan laivan edestakainen matka Gotska Sandön kohdalta satamaan. Kulkunopeutena käy-tetään laivan nopeutta avovesiolosuhteissa ja jään-murtajasaattueen nopeutta jääolosuhteissa. Mallissa käytetyt kulkuetäisyydet sekä niiden avovesi- ja jääosuudet on esitetty taulukossa 4.6. Satama-aikaa ei mallissa tarvitse ottaa huomioon, jos satamiin syntyy linjoja eli laivat kulkevat täysinä. Lastaus-työhän on keskiarvo-olettamuksen perusteella kaikis-sa satamissa samanlaista. Linjojen syntyyn riittävä tavaramäärä, linjakapasiteetti, on vaadittujen lin-jayhteyksien lukumäärä \* lasti. Laivalinjojen teoreet-tista kustannuslauseketta on tarkasteltu kohdassa 6.4.3 mutta sitä ei ole sisällytetty vuosimalliin.

Vuosimallissa on linjoitusta tutkittu nk linjoi-tusmenettelyä käyttäen. Aluksi oletetaan, että jo-kainen mahdollinen linja on olemassa, eikä satama-aikojen kustannuksia mallissa esitetä. Jos jollakin linjalla kulkee sitten liian vähän tavaraa, olete-taan laivojen käyvän toisessa satamassa täydentämäs-sä lastiaan. Tähän kuluu lisäaikaa, jonka kustannuk-set siis kohdistetaan kaikille mallissa linjakapasi-teettia pienemmän arvon saaneille laivamuuttujille. Poikkeuksen muodostavat mallissa kuvatut kolme Etelä-Suomen satamaa, joissa linjan kuvitellaan syntyneen jo Etelä-Suomen tavaroista eikä lisäkustannuksia niille enää kohdisteta. Satamakiertelyn aiheuttama lisäaika on arvioitu meriliikennetilaston lähtöaineistosta ja esitetty taulukossa 4.8.

Jäissä kulku aiheuttaa laivoille vaurioita, joiden kustannukset riippuvat jääolosuhteiden ankaruudesta. Käytetyt jäävauriokustannukset ovat taulukossa 4.7.

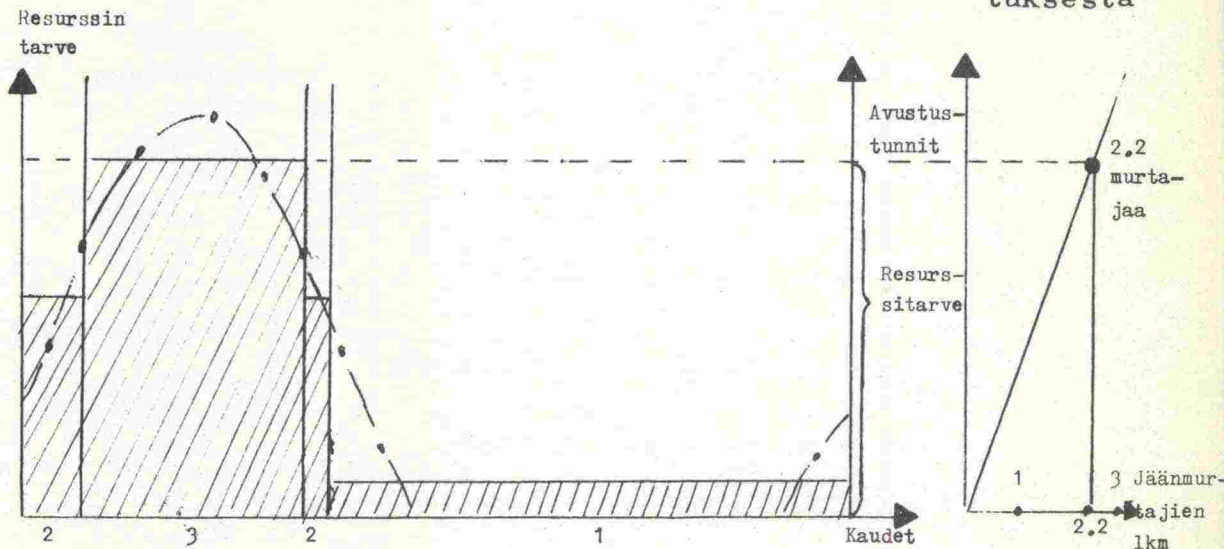
### 3.8.3 Jäänmurtajakustannukset

Kokonaismallin kustannuskäsittely on selväpiirteis-in jäänmurtaajien kohdalla, koska niiden toiminta tapah-tuu kokonaisuudessaan kuvausalueella. Lisäksi murta-jien harvalukuisuudesta seuraa, että niiden ylläpi-to- ja käyttökustannukset ovat helpommin erotettavis-sa ja mitattavissa.

Kuvissa 3.5a-b on esitetty mallissa käytetty jäänmurtajakustannusten käsittelyperiaate ja siihen vaikuttavat tekijät.

Kuva 3.5a Kaavakuva jäänmurtajaresurssien ylläpidosta ja käytöstä

3.5b Kaavakuva jäänmurtajaresurssin mitoistuksesta



Kaudet: 1 = avovesi, 2 = välikausi, 3 = talvi

Resurssien käyttö: — • — kuviteltu käyttö

———— mallissa kuvattu käyttö

-----ylläpidetty resurssi, joka  
esimerkkitapuksessa on 2.2  
murtajaa (kuva 3.5b).

Jäänmurtajakustannukset lasketaan kaavasta:

$$\text{kustannus} = jg \times \text{resurssitarve} + j \times \text{avustustunnit}.$$

Avustustunnit ovat kausittaisissa jäänmurtajamuuttujissa ja resurssitarve vastaavassa vuosimuuttujassa. Kertoimet  $j$  ja  $jg$  määrätään jäänmurtajalavastoa edustavasta keskiarvomurtajasta, jollaiseksi tässä on valittu Tarmoluokan murtaja. Kerrointa  $jg$  arvioitaessa on tunnettava yhden murtajan pääomakustannukset ja avustuskyky eli maksimi avustustuntimäärä/kk.

$$\text{Avustuskyky} = \frac{\text{avustustunnit}}{\text{ajotunnit}} \times (\text{jäänmurtajan maksimiajotuntimäärä/kk}).$$

Kertoimien  $j$  ja  $jg$  numeroarvot ovat taulukossa 4.10.

### 3.8.4 Satamakustannukset

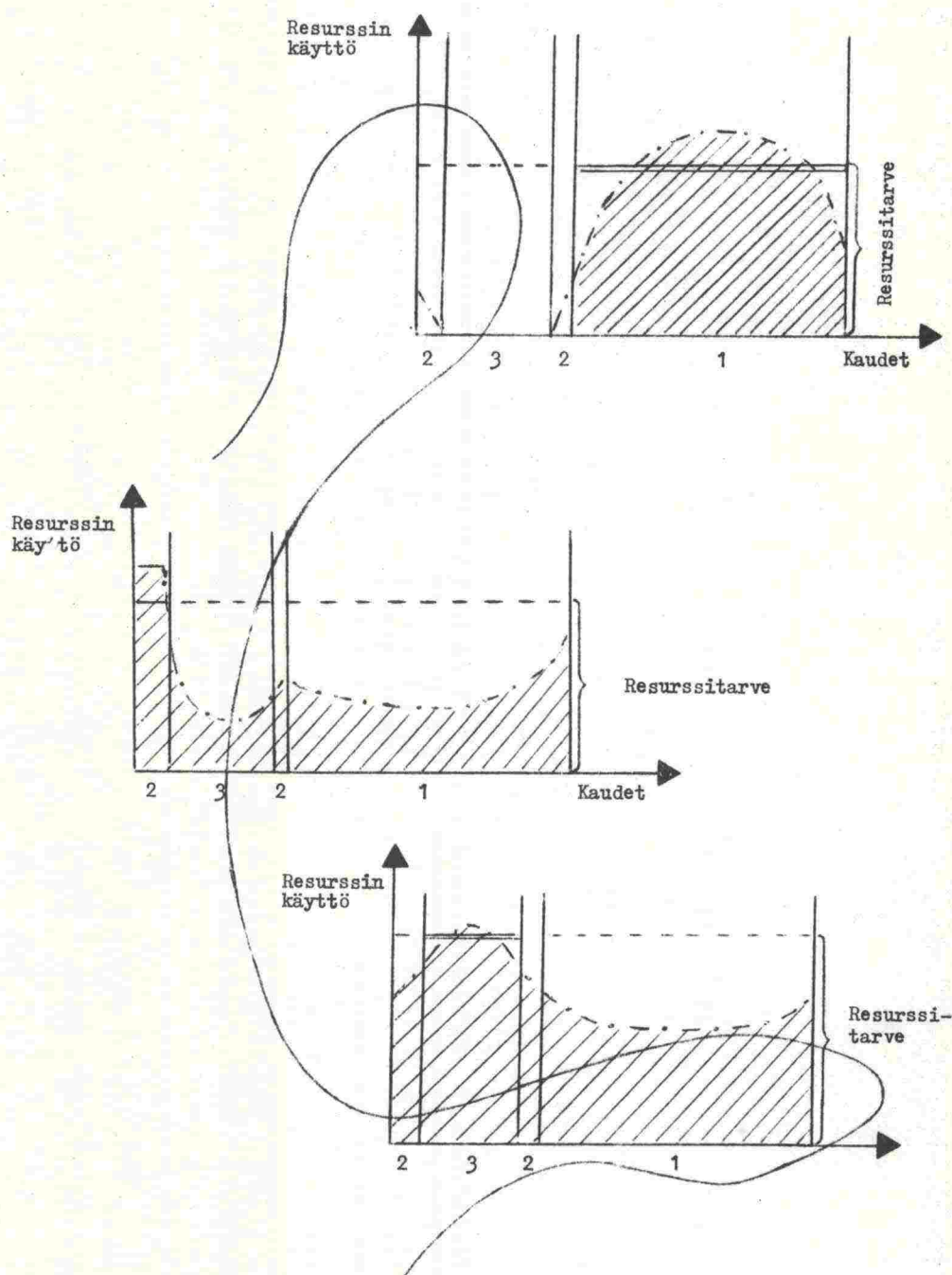
Satamien kustannukset lasketaan kaavasta

$$\text{kustannus} = s \times \text{tonnit}.$$



Mukana on vain ylläpidon kustannukset, jotka siis kohdistetaan satamien vuosimuuttujille. Käyttökustannukset eivät keskiarvo-olettamusten mukaan vaikuta vaihtoehtojen valintaan. Satamatoimintojen teoreettista kustannuslauseketta käsitellään kohdassa 6.4.2. Kuva 3.6 valaisee satamakustannusten käsittelyperiaatetta. Kertoimen s arvot ovat taulukossa 4.11.

Kuva 3.6 Kaaviokuva vuodenaikavaihtelusta sijainniltaan erilaisissa satamissa



Kaudet: 1 = avovesi, 2 = välikausi, 3 = talvi

Resurssien käyttö

— · — kuviteltu käyttö (ei kuvata mallissa)  
 ----- ylläpidetty resurssi

### 3.8.5 Terminaalikustannukset

Lastinkäsittelykustannuksista vuosimallissa on mukana vain terminaalikustannukset silloin, kun tavara lähtee satamassa sijaitsevalta (Kemi, Raahe, Oulu, Kokkola, Pietarsaari) liikennealueelta toisen sataman kautta (vrt kohta 2.7). Terminaalikustannus laskeaan kaavasta

$$\text{kustannus} = m \cdot \text{tonnit.}$$

PSST-vaihtoehtolaskelmissa  $m = 0.50$  mk/tonni ja se kohdistetaan rautateiden kausimuuttujalle.

### 3.9 Kokonaismalli

Kokonaismallissa kuvataan koko kohdassa 1.2 määritelty tutkimuskohde. Kokonaismalli saadaan yhdistämällä eri tavaralajien vuosimallit, ts sisällyttämällä siihen kaikkien vuosimallien muuttujat ja yhtälöt. Mallit liittyvät toisiinsa vain joidenkin vuosimuuttujien eli resurssien mitoittamisen kohdalta.

Kaikille tavaralajeille yhteiset vuosimuuttujat on

- jäänmurtajilla ja
- rautateilla.

Viimeksi mainitun kohdalla on yksikkö- ja joukkotavaran välinen kustannusero (vrt taulukko 4.3) kuitenkin huomioitu. Yksikkötavaralle ja selluloosalle on yhteiset

- satamien vuosimuuttujat ja
- laivamuuttujat, joiden kohdalla on kuitenkin otettu huomioon tavaroiden erilaiset ahtauskertoimet (vrt taulukko 4.5a).

Niiden tavaralajien, joiden muuttujia ei ole yhdistelty, katsotaan tarvitsevan toisista tavaralajeista riippumattomat liikennesurssit.

Kokonaismallin kohdefunktio on aivan samanlainen kuin vuosimallin. Resurssitarpeen kustannusten kohdistaminen tapahtuu kuitenkin yllä kuvatulla tavalla yhdistetyille vuosimuuttujille.

Kokonaismallin matemaattinen esitys, hierarkiatasoja valaisevat kaaviokuvat ja ATK-teknilliset ratkaisut ovat liitteessä 3.3.

### 3.10 Kokonaismallin toiminta

Kokonaismallin rajoitusyhtälösystemi huolehtii siitä, että kuljetussysteemin toiminnalliset piirteet, tavaravirtojen reitit ja liikennesuoritteet, tulevat kussakin vaihtoehdossa oikein kuvatuiksi ja lasketuiksi. Mallin kohdelauskeen, liikennesurssien ylläpito- ja käyttökustannusten summan, minimointi ohjaa vaihtoehtojen valintaa. Kokonaismalli käy periaatteessa läpi kaikki mahdolliset yhdistelmät reitin valinnoissa ja



löytää näistä parhaan (vrt liite 3.3). Kokonaismallin toimintaa on seuraavassa selvitelty yhden tavaravirran ja erikseen yhden liikennemuodon kohdalta.

Tietyn tavaravirran käsittely mallissa on seuraava:

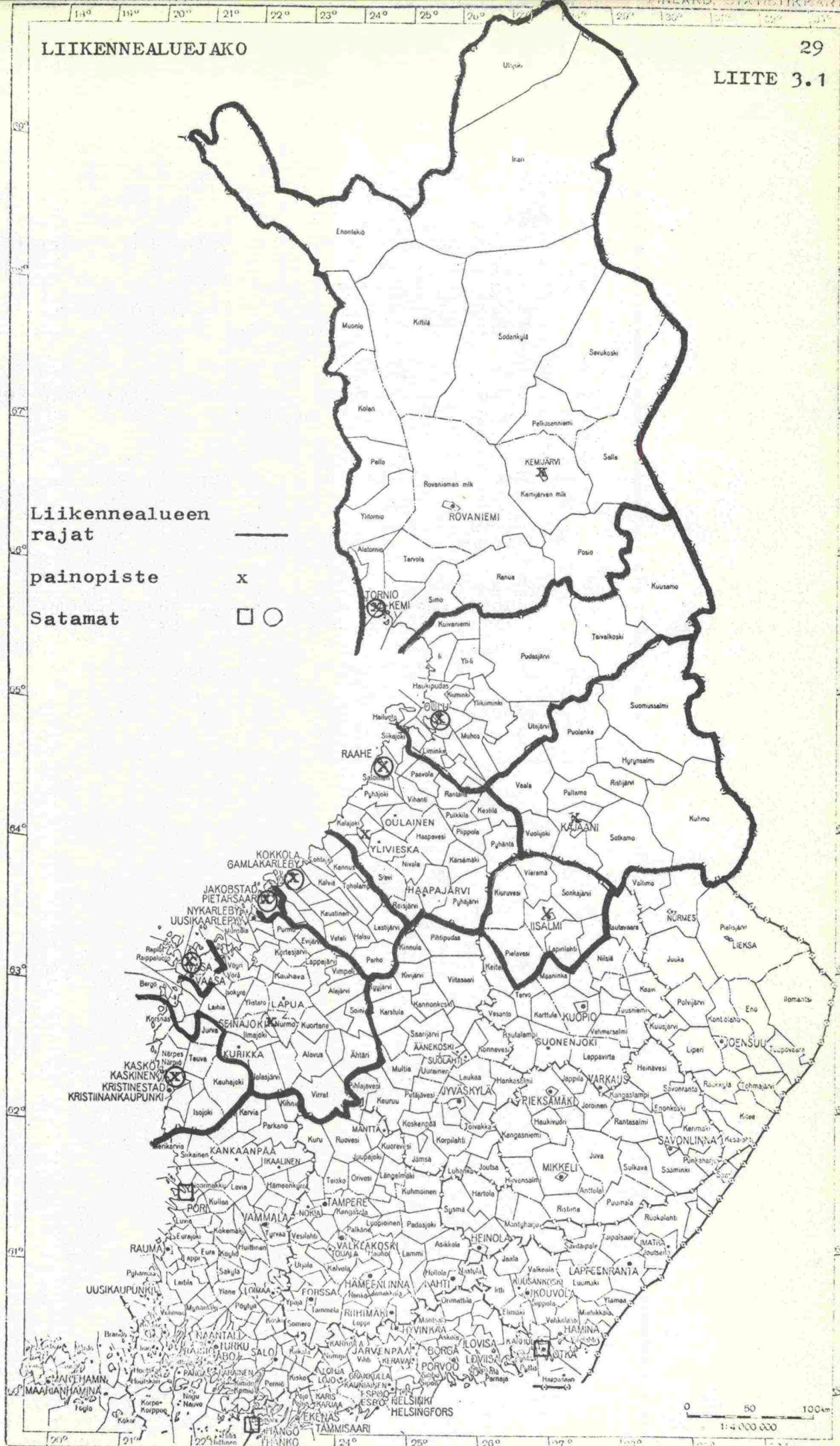
- Muuttajat ja yhtälöt sallivat minkä hyvänsä reitin käytön kullakin kaudella ja kirjaavat valittujen reittien aiheuttamat lisät eri liikennemuotojen kausittaisiin suoritesummiin.
- Kohdelauseke ohjaa reitin valintaa siten, että tavaravirralla kohdistetaan reitin kaikki käyttökustannukset ja ylläpidon kustannuksia niiden liikennemuotojen osalta, joilla reitti lisää suoritetta ao resurssitarpeen maksimikauteen. Tässä on noudatettu aiheuttamisperiaatteen yksinkertaistettua tulkintaa (vrt kohta 2.5).

Liikennemuotoa, jolla on sekä ylläpito-, että käyttökustannukset, käsitellään mallissa seuraavasti:

- Jos liikenneseururssin käyttö on tasaista läpi vuoden, ts vuosimuuttuja on yhtä suuri kuin kausimuuttujien summa, saa jokainen suoriteyksikkö osakseen yhtäsuuret käytön ja ylläpidon kustannukset. Jos nyt uusi reitinvalinta aiheuttaa jollekin kaudelle lisää resurssitarvetta, niin tarpeen tyydyttäminen merkitsee ao resurssimäärän varausta koko vuodeksi. Kokonaiskustannukset kasvavat silloin resurssin käyttömäärän ja vuotuisen ylläpidon verran.
- Jos reitinvalinta lisää pelkästään muiden kausien liikenteen jo varaamien, ts 'kertaalleen jo kustannettujen' resurssien käyttöä, kokonaiskustannukset lisääntyvät vain käyttökustannusten verran.

Kokonaismallissa molemmat tarkastelukulmat toteutuvat yhtä aikaa. Mallissa liikenneseururssien käyttöä seuraava kirjanpito on aina ajantasalla ja uusia reittivalintoja ohjaamassa.

Lähtötilanteesta riippuen malli voi kulkea optimiratkaisuun eri teitä, mutta laskentamenetelmä takaa, että lopputulos on aina sama. Menetelmän edellä esitetty ominaisuus pienentää laskentakustannuksia, sillä lähteisten vaihtoehtojen vertailussa kunkin laskennan liikennesijoittelua voi käyttää seuraavan laskennan lähtötilanteena.





## MÄÄRÄMAAJAKO

- 1 Itämeren alueet  
Itä-Saksa, Puola, Tsekkoslovakia, Unkari
- 2 Välimeren itäiset alueet  
Albania, Bulgaria, Italia, Jugoslavia,  
Kreikka, Malta, Romania, Turkki
- 3 Tanska-Belgia  
Belgia, Luxemburg, Hollanti, Itävalta, Länsi-  
Saksa, Sveitsi, Tanska
- 4 Ranska-Espanja  
Espanja, Gibraltar, Portugali, Ranska
- 5 Englanti  
Irlanti, Iso-Britannia
- 6 Lähialueet  
Ruotsi, Norja, Islanti, Neuvostoliitto
- 7 Amerikka  
Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka
- 8 Kaukoalueet  
Afrikka, Aasia, Oseania

KOKONAISMALLIN MATEMAATTINEN ESITYS JA ATK-TEKNILLISET RAKENTAMISNÄKÖ-  
KOHDAT

## 1 Lineaarinen ohjelmointimalli

Lineaarisen ohjelmointimallin yleinen muoto on:

Etsi ne muuttujavektorin  $\bar{x}$  arvot, jotka minimoivat lineaarisen kohdelausekkeen

$$-\bar{c} \bar{x}$$

ja toteuttavat lineaariset rajoitusehdot

$$\bar{A}\bar{x} \leq \bar{b} \text{ ja } \bar{x} \geq 0.$$

Vektori  $\bar{c}$  sisältää kohdelausekkeen ja kerroinmatriisi  $\bar{A}$  rajoitusyhtälöiden kertoimet. Vektorissa  $\bar{b}$  on rajoitusyhtälöiden oikeat puolet.

## 2 Kokonaismallin muuttujien, parametrien ja yhtälöiden nimeämissysteemi

Kokonaismallin ATK-teknisessä esitysmuodossa muuttujien, parametrien ja yhtälöiden nimien yleinen muoto on:

$\nu \tau \alpha \lambda \xi \mu$ , missä

$\nu$  = nimikoodi,

$\tau$  = tavaralaji,

$\alpha$  = kausi,

$\lambda$  = { liikennealue reittimuuttujissa ja nimen tarkennus vuosimuuttujissa,

$\xi$  = satama sekä

$\mu$  = { määräämaa muissa ja nimen tarkennus rautateiden suoritemuuttujissa.

Kokonaismallin matemaattisessa esitysmuodossa muuttujan nimenä on nimikoodi ( $\nu$ ) täydennettynä tarvittaessa nimen tarkennusosalla ( $\lambda, \mu$ ). ATK-tekniisen nimen muutokset ovat tällöin indeksejä.

## 3 Kokonaismallin muuttujat

Taulukko 3.3 Kokonaismallin muuttujat; yhteenveto

Muuttujan			
taso	nimi	sisältö	indeksi
Reitti	R	Reitin tonnit	$\tau \alpha \lambda \xi \mu$
Kausi/ Käyttö	R01	Rautateiden tonnikilometrit	$\tau \alpha$
	R02	Rautateiden tonnit	$\tau \alpha$
	A01	Autojen tonnikilometrit	$\tau \alpha$
	L	Linjan tonnit	$\tau \alpha$
	S	Sataman tonnit	$\tau \alpha$
	J	Jääaputunnit	$\tau \alpha$
Vuosi/ Ylläpito	RG1	Rautateiden tonnikilometrit	$\xi \mu$
	RG2	Rautateiden tonnit	
	SG	Sataman tonnit	
	JG	Jääaputunnit	



## Kokonaismallin parametrit

Taulukossa 3.4 on esitetty yhteenvedo kokonaismallin parametreista, jotka tulee siis antaa malliin lähtötietona.

Taulukko 3.4 Kokonaismallin parametrit

Esiintyy	Nimi	Sisältö	[dimensio]	Indeksit	Tieto- taulukko
Raj yht					
- matriisi	e	Maavälimatka	[km]	$\alpha \lambda \xi$	4.4
	h	Yksikköavustus	[h]	$\alpha \lambda \xi$	4.9
- oik puoli	t	Tavaravirta	[t]	$\alpha \lambda \xi \mu$	4.12
	k	Satamakapasit v 69	[t/kk]	$\xi$	Mietintö s 166
Kohde		Yks kustannus suoritteille			
		Perusmallissa			
- kausi	ao1	VR- ja auto-tkm	[mk/tkm]	$\tau$	4.3
- kausi	ao2	VR-tonnit	[mk/t]	$\tau$	4.3a
- vuosi	ag1	VR-tkm	[mk/tkm]		4.3a
- vuosi	ag2	VR-tonnit	[mk/t]		4.3a
- kausi	l	Linjan tonnit	[mk/t]	$\alpha \lambda \xi \mu$	4.5 *
- vuosi	s	Sataman tonnit	[mk/t]	$\alpha \lambda \xi$	4.11
- kausi	d	Jäävauriot	[mk/t]	$\alpha \lambda \xi$	4.7
- kausi	j	Jääavustus	[mk/t]		4.10
- vuosi	je	Jääavustus	[mk/t]		4.10
- kausi	m	Terminaalikust	[mk/t]		4.11
		Linjoituksessa			
- kausi	p	Satamakiertelylisä	[mk/t]	$\alpha \lambda \xi \mu$	4.8b
- kausi	n	Linjaedellytys	[t]	$\alpha \lambda \mu$	4.8c

Huom! \* Taulukossa on parametrien laskemiseen tarvittavat arvot (vrt kohta 3.8.2).

5

## Kokonaismallin rajoitusyhtälöt

## Tavaravirtayhtälöt:

$$T: \sum_{\xi} R = t \quad (\alpha, \tau, \lambda, \mu)$$

## Suoritteiden laskuyhtälöt kausittain:

$$T01: R01 = \sum_{\lambda, \xi, \mu} R \cdot e \quad (\alpha, \tau) \quad (e \geq 50)$$

$$T02: R02 = \sum_{\lambda, \xi, \mu} R \quad (\alpha, \tau) \quad (e \geq 50)$$

$$C01: A01 = \sum_{\lambda, \xi, \mu} R \quad (\alpha, \tau) \quad (e < 50)$$

$$V: L = \sum_{\lambda} R \quad (\alpha, \tau, \xi, \mu)$$

$$P: S = \sum_{\mu} L \quad (\alpha, \tau, \xi)$$

$$I: J = \sum_{\xi} S \cdot j \quad (\alpha, \tau)$$

Suoritteiden laskuyhtälöt vuositasolla tulevat yksinkertaisemmiksi, jos käytetään merkintää

$$\max X = \max (12/8 \cdot X_{\alpha=1}, 12/1 \cdot X_{\alpha=2}, 12/3 \cdot X_{\alpha=3})$$

ja ne ovat siten:

$$TG1: RG1 = \max \left( \sum_{\tau} R01 \right)$$

$$TG2: RG2 = \max \left( \sum_{\tau} R02 \right)$$

$$PG: SG = \max S \quad (\tau, \xi)$$

$$IG: JG = \max \left( \sum_{\tau} J \right)$$

## Satamakapasiteettiyhtälöt:

$$KAPG: \max S \leq k \quad (\tau, \xi)$$

Satamakapasiteetit on yleensä asetettu suoraan satamamuuttujien ylärajoiksi.



6

## Kokonaismallin kohdelauseke

Kokonaismallin kohteena on liikennesurssien ylläpito- ja käyttökustannusten minimointi ja se on siten seuraava:

$$\begin{aligned}
 KUST = & \sum_{\alpha, \tau} ao1 \cdot R01 + ag1 \cdot RG1 \\
 & + \sum_{\alpha, \tau} ao2 \cdot R02 + (ag2+m) \cdot RG2 \\
 & + \sum_{\alpha, \tau} ao1 \cdot A01 \\
 & + \sum_{\tau, \alpha, \xi, \mu} (1+p) \cdot L \\
 & + \sum_{\tau, \alpha, \xi} d \cdot S + \sum_{\tau} s \cdot SG \\
 & + j \cdot \sum_{\tau, \alpha} J + jg \cdot JG
 \end{aligned}$$

Kustannuslausekkeessa on mukana terminaalikustannus m vain liikennealueiden Kemi, Oulu, Raahen, Kokkola ja Pietarsaari osalta sekä satamakiertelyn kustannus p vain linjoitusmenettelyä käytettäessä.

7

## Kokonaismallin rakenne

Kokonaismallin muuttujia, parametreja, rajoitusyhtälöitä ja kohdelauseketta sekä mallihierarkiaa on selvitelty

- verbaalisesti kohdissa 3.5 - 3.9,
- matemaattisessa muodossa tämän liitteen kohdissa 3 - 6 ja
- kaaviokuvina taulukoissa 3.7 - 3.8.

Kukin esitysmuoto pohjautuu vahvasti kuviin 3.1 ja 3.3.

Kuva 3.7 Kausimallin rakenne

KOHDE JA RAJOITUS- YHTÄLÖT	REITTIMUUTTUJAT	SUORITEMUUTTUJAT			
	Reitit	Maa- kulje- tus	Laivalinjat	Satamat	Jään- murtajat
KUSTANNUS	①	ao1 ao2	1 (p)	d	j
Tavaravirrat	②				
Maakuljetus		-1			
Laivalinjat			-1		
Satamat			1	-1	
Jäänmurtajat				h	-1
Kapasiteetit	④			(k)	

③	t
---	---

Selityksiä: Kaaviossa edustaa kukin

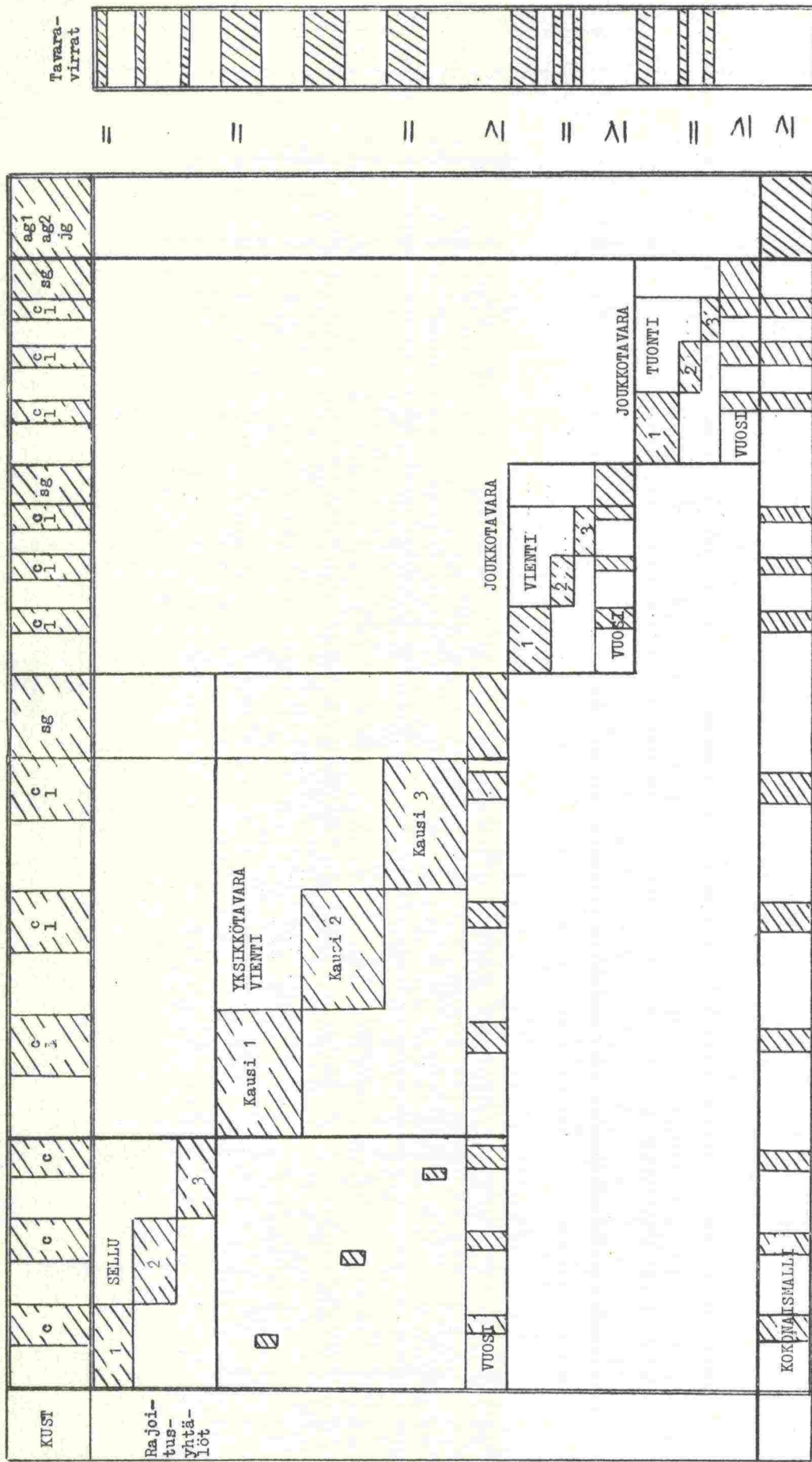
- sarakke yhtä muuttujaa,
  - rivi kohdelauseketta tai yhtä rajoitusyhtälöä ja
  - taulukkoelementti muuttujan kerrointa kohdelausekkeessa tai rajoitusyhtälössä.
- Vain viivoitetussa alueessa on nollasta eroavia kertoimia ja harvassa sielläkin.

Mallin osat ovat:

- ① Lineaarinen kohdelauseke, jota minimoidaan. Taulukkoelementteinä ovat kustannusparametrit.
- ② Lineaariset rajoitusyhtälöt eli rajoitusmatriisi. Suoritemuuttujien laskentayhtälöt ovat taseyhtälöitä, joissa kaikki muuttujat on siirretty vasemmalle puolelle ja oikeana puolena on siis 0-vektori. Taulukkoelementit ovat siis  $\pm 1$  suorissa ja lähtötietoparametrit  $e$  ja  $h$  sekä  $-1$  painotetuissa suoritesummissa.
- ③ Rajoitusyhtälöiden oikeat puolet. Taulukkoelementteinä on tavaravirtaluvut.
- ④ Muuttujille asetetut rajoitukset. Taulukkoelementteinä on osa v 1969 satamakapasiteeteista.



Kuva 3.8 Vuosimallin rakenne



Selityksiä: Kaaviossa on keskitytty kokonaismallin hierarkiatasojen kuvaukseen. Kuvassa 3.7 esitetyn kausimallin selvitysten ja merkintöjen lisäksi

huomattakoon:

- Kausien kustannuskertoimet  $ao_1$ ,  $ao_2$ ,  $d$  ja  $j$  on merkitty lyhyesti c:llä.
- Vuosi- ja kokonaistason yhtälöissä lasketaan läpi vuoden ylläpidetty resurssi kausimutuujuista, joten taulukkoelementit riippuvat kausien suhteesta ( $12/8$ ,  $12/1$ ,  $12/3$ ).
- Sellulla ja yksikkötavaralla on yhteiset kausittaiset laiva- ja vuosittaiset satamamutuujuudet.

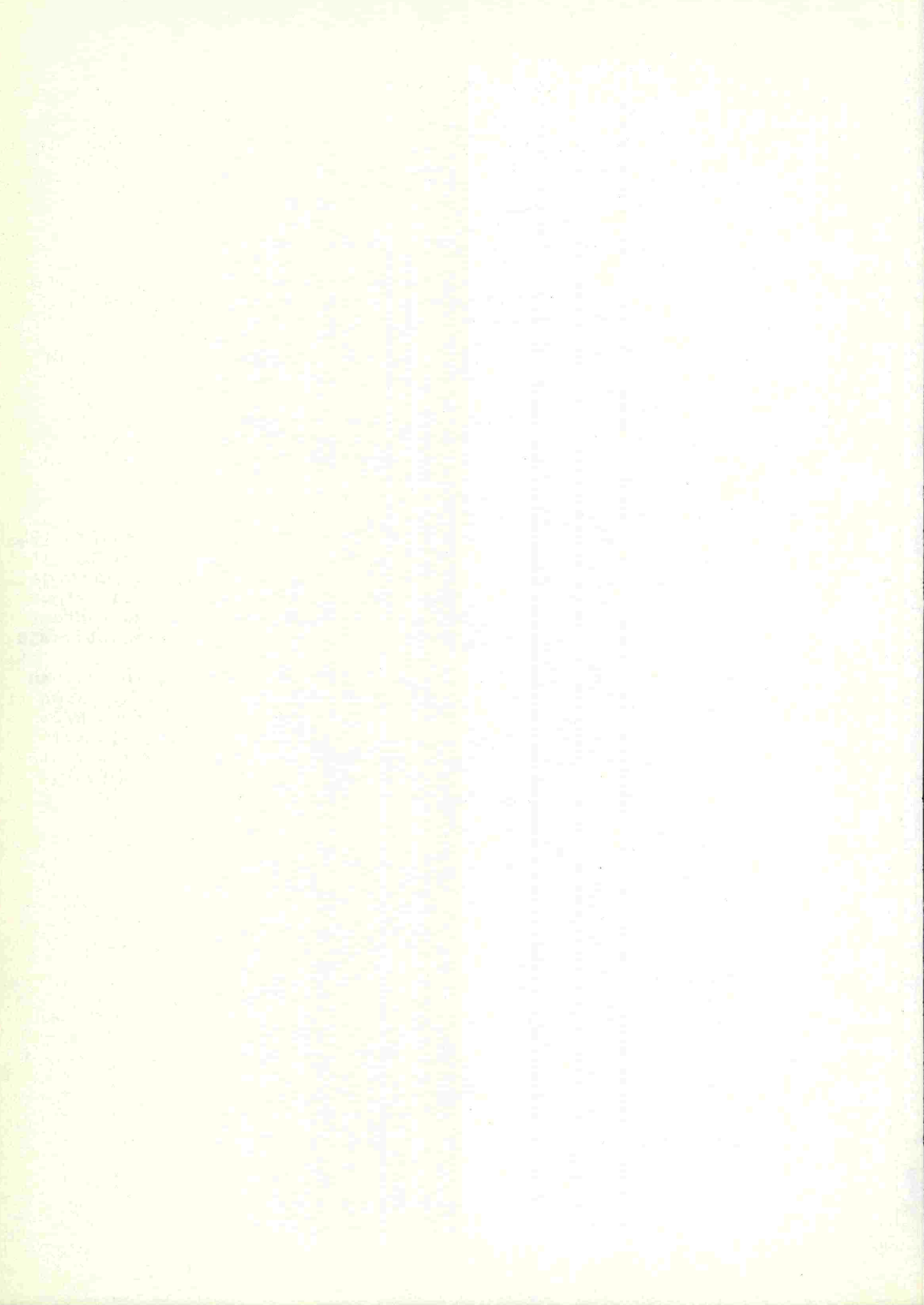
Kokonaismalli on verrattain suuri (yli 4 000 muuttujaa ja 1 500 yhtälöä), sillä kukin mahdollinen tavaralajikausi-liikennealue-satama-määrämaakohtainen reitti on esitetty omana muuttujanaan. Suurin osa mallista on siis kuljetussysteemin toiminnan kuvausta ja muodostuu rakenteeltaan samanlaisista lohkoista; reitti, kausi ym. Mallin suuresta koosta ja lohkorakenteesta johtuen malli on rakennettu tietokoneohjelmalla MARVEL-matriisigeneraattorikieltä käyttäen. Automaattisen mallinrakennusohjelman edut ovat seuraavat:

- Virhealttius vähenee. Mallin tarkastusvaiheessa voidaan keskittyä lähtöparametrien tarkistukseen, kun tiedetään mallin rakenteen olevan oikean. Mallin rakentaminen kerroin kerroimelta sisältää monta manuaalista työvaihetta, joissa kussakin virhealttius on suuri.
- Mallin teko uudesta kohteesta, so tavaralajien, kausien, liikennealueiden, satamien ja määrämäiden muuttaminen, on helppoa ja nopeata.

Varsinaisia lähtötietoparametreja on kokonaismallissa suhteellisen vähän. Käytännössä malliin vietävien lähtötietolukujen määrä on myös pieni, koska kustannukset kohdistetaan reiteille liikennesuoritteiden yksikkökustannuksina. Tästä johtuu, että mallilla on helppo kokeilla kustannus- ja suoriteparametrien muutosten vaikutusta tuloksiin, ts toteuttaa herkkyysanalyysia.

Kokonaismallin laskennat on toteutettu tietokoneiden IBM 360/370 ohjelmakirjastossa olevaa matemaattisen ohjelmoinnin systeemiä MPSX käyttäen. Systeemi MPSX sisältää tehokkaan ratkaisualgoritmin lisäksi mallin tarkastamista ja muuttamista sekä tulosten raportointia helpottavat apuvälineet ja -systeemit (MARVEL, RERORT GENERATOR).





## 4 KOKONAISMALLIN KÄYTTÖ JA TULOKSET

## 4.1 Mallin käytön ja tulosten arvioimistavat

Toimikunnan määrittelymien kokonaismallin laskentojen tulokset on raportoitu mietinnön kohdassa 6.2. Tässä selvitetään mallin rakennetta, lähtötietoja, tuloksia ja käyttötapoja mallitekniseltä kannalta.

Kukin laskentatuloks on käytetyn laskentamenetelmän ja lähtötietojen yhteisvaikutus. Kokonaismallin tuloksia arvioitaessa on siten välttämättä arvioitava erikseen mallin laskentajärjestelmää ja käytettyjä lähtötietoja sekä näiden yhteensopivuutta. Seuraavassa on arvioitu näitä komponentteja:

- Mallin laskentaperusteiden arviointi. Mallin ja käytäntöä ohjaavien laskentamenetelmien välillä on jyrkkä periaatteellinen ero. Nykyisten laskelmien mukaisissa liikenne- ja ratkaisuissa jätetään resurssien vuotuisen ylläpidon kustannukset tavallisesti joko kokonaan huomioimatta tai ne yhdistetään käyttökustannuksiin ja käsitellään sen mukaisesti. Mallin laskentajärjestelmässä vuotuisen ylläpidon kustannukset ovat mukana jokaisen kapasiteettiyksikön kohdalta niinäkin kausina, jolloin resurssia ei käytetä. Niinpä mallin ja toteutuneen liikenne- ja ratkaisun voidaan odottaa eroavan jyrkästi toisistaan. Tämä ilmiö oli erittäin selvä mallityön alkuvaiheessa, jolloin tavaravirrat oletettiin tasaisiksi läpi vuoden. Tavaravirtojen vuodenaikajakautuman muuttaminen enemmän nykykäytäntöä vastaavaksi on lähentänyt toteutunutta ja mallin ehdottama liikenne- ja ratkaisua.
- Mallin kuvaustarkkuuden arviointi. Kokonaismallin kustannuslauseke on lineaarinen, ts yksikkökustannukset eivät riipu suorituksen määrästä. Tämä on tietenkin todellisuuden yksinkertaistamista. Nykyisellä lähtötiedon karkeustasolla liikuttaessa malliin saadut kustannusluvut eivät edellytä lineaarista tarkempaa kuvausta. Vastaavasti mietinnön kohdassa 6.1 esitetty vaihtoehtojen laskentajärjestelmä on lineaarinen. Nämä PSST:ssä käytetyt kaksi laskentajärjestelmää ovat siten lähes ja voisivat olla täysin samat laskentaperiaatteiltaan (vrt mietinnön kohta 6.2.4).
- Mallin parametrien epävarmuuden arviointi. Useat mallin tärkeimmistä lähtötiedoista ovat alan asiantuntijoiden arvioita, joissa ensimmäinenkin merkitsevä numero on kyseenalainen. Epävarmojen lähtötietojen vaikutus liikenne- ja ratkaisuun, kokonaiskustannuksiin ja kustannusjakautumaan on osoittautunut mallityön tärkeimmäksi kysymykseksi. Tätä asiaa tarkastellaan lähemmin kohdassa 4.3.3.



## Mallin lähtötietojen arviointi

Kokonaismallissa tarvittavat lähtötiedot on käsitelty kohdissa 3.6 - 3.8 ja taulukossa 3.4. Tässä on esitetty lähtötietojen tuottamistapa ja lähteet sekä tietojen merkitys kokonaismallissa.

Yrityshaastattelun tuloksena on saatu liikennealue-määrämaakohtaiset tavaravirrat, jotka on sitten la-vennettu vuoden 1969 kokonaisvientiä ja -tuontia vastaavaksi. Tavaravirtojen jako kausille (vrt kohta 2.8 ja mietinnön kohta 6.2.1) on mallissa erittäin merkittävä tekijä. Lähin satama on edullisin, jos suuri osa tavarasta kulkee vain avovesikaudella. Tasa-aiset tavaravirrat läpi vuoden aiheuttavat erilais-ta resurssien käyttöä eri vuodenaikoina, mikä vai-keuttaa reitin valintaa.

Rautateiden yksikkökustannukset perustuvat VR:n kus-tannuslaskentaan ja hyväksyttyihin taloussuunnitel-miin. Ongelmana rautatiekustannusten kohdalla on tavaraliikenteelle kohdistettujen yksikkökustannus-ten määrittely ja jako resurssien ylläpidon ja käy-tön kustannuksiin. Ylläpitokustannusten suuri osuus pyrkii voimakkaasti tasoittamaan rautatieresurssien käyttöä eri vuodenaikoina, ts talviliikenteen aiheut-tamien resurssivarantojen käyttö on kesällä edullista. Rautatiesuoritteiden yksikkökustannukset muodostavat keskeisen tekijän mallityössä, kuten karkea herk-kyysanalyysi osoittaa (vrt mietinnön kohdat 6.2.2-4).

Vaikka jäänmurtaajien suoranaiset kustannukset ovat muiden resurssien vastaavia helpommat käsitellä, on epäsuorien kustannustekijöiden, suoritteiden, arvi-oinnissa jouduttu tyytymään erittäin karkeaan tasoon. Mallissa käytetyt jäänmurtaajasaattueiden kulkunopeu-det ja jäänmurtaajan kerralla avustamat tonnimäärät ovat merenkulkuhallituksen arvioita. Avustusmatkat on arvioitu lähteestä /3.3/ (kuvat sivuilla 8 - 9: Permanent ice cover - end of permanent ice cover 1931 - 1960).

Jäänmurtaajaresurssi on Suomen merikaupassa kriitti-nen. Talviliikenteen eri vaihtoehtojen edullisuuden realistinen arviointi edellyttää, että tunnetaan jäänmurtaajien toteutuneet käyttötiedot nykyistä pal-jon tarkemmin. Merenkulkuhallituksen toimesta kerä-tään jo nykyään suurin osa tutkimukseen tarvittavasta perustiedosta. Tietojen saantia on kuitenkin vaikeut-tanut se seikka, että jäänmurtaajien omat toiminnat (nopeus, avustusmatkat, toiminta-alue jne) ja murta-jia seuraavien laivojen lastimäärät on rekisteröity eri lähteiksi ja ne ovat siten vaikeasti toisiinsa yhdistettävissä. Kohdassa 6.3.1 on esitetty yksi rat-kaisu tähän tietojenkäsittelyongelmaan.

Satamaliiton tilastojen ja satamasimulaattorin tulos-ten perusteella on valittu satamien ylläpitokustannuk-set. Käytetty kustannus ei mallissa tasoi ta vuodenai-



kavaihtelua paljoakaan VR:n tasoittamispyrkimykseen verrattuna. Eri asia on, jos satamatyöväki vähitellen muuttuu kuukausipalkkaiseksi, jolloin satamien kiinteäluonteiset ylläpitokustannukset moninkertaistuvat.

Tyyppilaivojen ominaisuudet ja yksikkökustannukset on saatu varustamoilta (vrt kustannustarkistusryhmän raportin kohta 4.1 ja liitteet 8 ja 9). Satamakierrelystä aiheutuneet laivalisät on arvioitu verrattain karkeasti laivamallin avulla meriliikennetilastorekisteristä. Jäävauriokustannusten arviointi on vaikeaa varsinkin Perämerellä normaaleissa talviolosuhteissa, koska tilastoaineistoja ei luonnollisesti ole.

Autojen yksikkökustannuksilla ei mallissa ole suurta merkitystä, koska siinä on etukäteen määrätty työnjako maakuljetusmuotojen välillä. Terminaalikustannuksilla on mallissa merkitystä vain rajatapauksissa, joissa ne tekevät liikennealueen oman sataman muita satamia edullisemmaksi.

Yhteenvedona mainittakoon, että kokonaismallin laskennoissa

- rautateiden ja
- jäänmurtaajien

kustannus- ja suoriteluvut vaikuttavat ratkaisevimmita. Perusteluja tähän on esitetty kohdassa 4.3.3.

Kokonaismallin lähtötiedot on koottu taulukoiksi liitteessä 4.1.

#### 4.3

##### Tulokset

Kokonaismallin laskentatulokset on raportoitu ryhminä seuraavasti:

- Perustulostukset
- Linjoitusmenettely
- Herkkyysanalyysit
- Liikennevaihtoehtojen tutkiminen.

Laskennoista karkea herkkyysanalyysi on antanut arvokainta tietoa PSST:lle. Herkkyystarkastelut ovat osoittaneet, ettei kokonaisvaltaisille liikennesuosituksille voida saada laskennallisia perusteluja nykyisellä lähtötietotasolla liikuttaessa. Muut laskentatulokset on esitetty vain laskentajärjestelmän ominaisuuksien sekä kehittämis- ja käyttöedellytyksien ja -tarpeen arvioimiseksi.

##### 4.3.1

##### Perustulostukset

Kokonaismallin kausi- ja tavaralajikohtaiset reitti- ja suoritemuuttajat voidaan tulostaa halutunlaisina taulukoina. Esimerkkinä tarkastellaan poikkileikkausvuoden 1969 lisäkustannuksilla saadun optimiratkaisun tulostaulukoita. Mietinnön taulukoissa 88, 95 ja 97 on liikenteensijoittelu satamittain sekä suoritteet ja kustannukset liikennemuodoittain. Taulukoissa 4.1a - c on ratkaisun tarkempi kustannusjaottelu ja yksikkötavaran liikennesijoittelu.



Kokonaismallin perustulostuksena on myös lineaariselle ohjelmointimallille ominainen rajakustannustarkastelu:

- Liikennesuoritteiden rajakustannus ilmoittaa, kuinka paljon tietyllä kaudella tarvittu suoritteen lisäyksikkö kasvattaa kokonaiskustannuksia. Rajakustannus on käyttökustannuksen suuruinen, jos lisäkäyttö kohdistuu muiden kausien liikennettä varten varattuihin resursseihin. Vastaavasti rajakustannus noudattaa kohdassa 2.5 selitettyä aiheuttamisperiaatetta myös silloin, kun lisäkäyttö aiheuttaa ylläpidettävien kapasiteettien kasvua. Esimerkiksi jääavun avovesi- ja välikauden rajakustannus on 2 200 mk ja talvella 3 400 mk per avustustunti (vrt taulukossa 4.10 ja mietinnön sivulla 165 esitettyjä jääavustuksen yksikkökustannuksia).
- Tavaravirtojen rajakustannukset kertovat paljonko yksi liikennealue-määrämaakohtainen lisätonni kasvattaa kokonaiskustannuksia.
- Reitin rajakustannus kertoo reitille lisätyn tonnin aiheuttaman kokonaiskustannusten kasvun.

Esitetyt rajakustannukset riippuvat kulloinkin tarkasteltavana olevasta ratkaisusta ja pätevät vain 'läheisessä ratkaisuympäristössä' sekä yhtä muuttujaa kerrallaan muuteltaessa. PSST-suunnittelussa kuvattu rajakustannustarkastelu, LP-mallin herkkyysanalyysi, on lähtötietoihin nähden liian tarkka työkalu ainakin yksittäisten reittien osalta. Tilastoinnin ja lähtötietojen tarkentuessa rajakustannustarkastelu on hyödyllinen

- mallin ulkopuolelle jätettyjä tekijöitä arvioitaessa ja
- suositettuun liikenneratkaisuun ohjaavaa tariffi- ja subventiopolitiikkaa etsittäessä.

TAULUKKO 4. 1a VUODEN 1969 LISÄKUSTANNUKSILLA LASKETUN RATKAISUN KUSTANNUSJAOTTELU  
KUSTANNUKSET (1000 MK)

KÄYTTÖKUSTANNUKSET					YLLÄPITOKUSTANNUKSET	
		KAUSI 1	KAUSI 2	KAUSI 3	YHT(VUOSI)	VUOSI
AUTOT	Y	347.1	2.8	4.6	354.5	
	S	256.4	15.7	.	272.1	
	J	39.0	1.0	2.8	42.8	
	B	111.2	1.8	3.7	116.7	
	YHT	753.7	21.4	11.1	785.1	
VR JA TERMINAALI	Y	3368.3	222.0	847.0	4437.3	
	S	593.7	450.1	1092.7	2541.4	
	J	774.3	16.5	86.6	877.5	
	B	439.0	5.9	105.3	550.3	
	YHT	5580.2	694.5	2131.7	8406.4	12306.6
LAIVAT	Y, S	10455.1	733.6	1236.3	12425.1	
	J	1739.2	29.6	67.3	1836.1	
	B	4985.2	44.2	96.2	5125.6	
	YHT	17179.5	807.4	1399.9	19386.8	
	LAIVALISÄT	Y, S	938.5	105.8	148.7	1193.0
J		147.1	16.0	.	163.1	
B		277.2	25.1	32.1	334.4	
YHT		1362.8	146.9	180.8	1690.5	
JÄXVAURIOT		Y	224.4	73.4	230.3	528.1
	S	407.1	148.0	450.2	1005.2	
	J	65.9	14.2	55.5	135.6	
	B	466.5	23.8	79.0	569.4	
	YHT	1163.9	259.3	815.1	2238.3	
JÄXNURT.	Y	129.4	87.3	425.2	642.0	
	S	250.3	233.0	784.9	1268.1	
	J	93.9	11.9	106.1	212.0	
	B	318.0	21.4	151.2	490.7	
	YHT	791.6	353.7	1467.4	2612.8	786.9
SATAMAT	Y, S					3298.2
	J					346.6
	B					965.4
	YHT					4610.2
YHT					33430.4	17703.8
					KOKONAISKUSTANNUS	51134.2
					LAIVALISÄT	1690.5
					YHTEENSÄ	52824.7
* SISÄLTÄÄ 400 000 MK SISÄMAAN TERMINAALIKUSTANNUKSIA, JOTKA EIVÄT VAIKUTA OPTIMOINTIIN						
** LAIVALISÄT EIVÄT SISÄLLY KOKONAISKUSTANNUKSIIN LP-MALLISSA						
*** Y = YKSIKKÖTAV, S = SELLU, J = JOUKKOTAV/VIENTI, B = JOUKKOTAV/TUONTI						



TAULUKKO 4. 1b LIIKENNESIJOITTELU VUODEN 1969 LISÄKUSTANNUKSILLA LASKETUSSA RATKAISUSSA

TAVARAVERBAT KAUSITTAIN TALOUSALUEILTA SATAMIIN

YKSIKKO TAVARA

		LAPPI	OULU	RAAHE	KOKKOLA	PIETARSAARI	VAASA	KASKINEN	PORI	HANKO	KOTKA	YHT
KEMIJARVI	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
LAPPI	1	131.7	.	.	.	.	.	.	202.6	.	.	334.3
	2	.	.	.	.	.	.	.	21.1	.	.	21.1
	3	.	.	.	.	.	.	.	63.3	.	.	63.3
	S	131.7	.	.	.	.	.	.	287.0	.	.	418.7
OULU	1	.	15.0	.	.	.	.	.	149.7	.	.	164.7
	2	.	.	.	.	.	.	.	2.9	.	.	2.9
	3	.	.	.	.	.	.	.	8.6	.	.	8.6
	S	.	15.0	.	.	.	.	.	161.2	.	.	176.2
KAJAANI	1	.	.	.	.	.	.	.	83.4	51.7	.	135.1
	2	.	.	.	.	.	.	.	8.3	.	.	8.3
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	22.5	2.3	24.8
	S	.	.	.	.	.	.	.	91.7	74.2	2.3	168.2
RAAHE	1	.	.	273.5	.	.	.	.	.	.	.	273.5
	2	.	.	14.6	.	.	.	.	.	.	.	14.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	27.9	.	.	27.9
	S	.	.	288.1	.	.	.	.	27.9	.	.	316.0
YLIVIESKA	1	.	.	.	.	.	.	.	6.3	.	.	6.3
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	.	.	.	.	.	.	6.3	.	.	6.3
IISALMI	1	.	.	.	.	.	.	.	33.4	8.2	.	41.6
	2	.	.	.	.	.	.	.	4.6	.	.	4.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	.	.	.	.	.	.	38.0	8.2	.	46.2
KOKKOLA	1	.	.	.	16.6	.	.	.	.	.	.	16.6
	2	.	.	.	.6	.	.	.	.	.	.	.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	1.8	.	.	1.8
	S	.	.	.	17.2	.	.	.	1.8	.	.	19.0
PIETARSAARI	1	.	.	.	.	106.3	.	.	.	.	.	106.3
	2	.	.	.	.	7.9	.	.	.	.	.	7.9
	3	.	.	.	.	.	.	.	24.3	.	.	24.3
	S	.	.	.	.	114.2	.	.	24.3	.	.	138.5
SEINAJOKI	1	.	.	.	.	.	.	5.4	66.3	.	.	71.7
	2	.	.	.	.	.	.	.	.6	.	.	.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	1.9	.	.	1.9
	S	.	.	.	.	.	.	5.4	68.8	.	.	74.2
VAASA	1	.	.	.	.	.	2.7	.	.	.	.	2.7
	2	.	.	.	.	.	.3	.	.	.	.	.3
	3	.	.	.	.	.	1.0	.	.	.	.	1.0
	S	.	.	.	.	.	4.0	.	.	.	.	4.0
KASKINEN	1	.	.	.	.	.	.	69.3	.	.	.	69.3
	2	.	.	.	.	.	.	.5	.	.	.	.5
	3	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2
	S	.	.	.	.	.	.	71.0	.	.	.	71.0
YHT	1	131.7	15.0	273.5	16.6	106.3	2.7	74.7	541.6	59.9	.	1222.1
	2	.	.	14.6	.6	7.9	.3	.5	37.5	.	.	61.4
	3	.	.	.	.	.	1.0	1.2	127.8	22.5	2.3	154.8
	S	131.7	15.0	288.1	17.2	114.2	4.0	76.4	706.9	82.4	2.3	1438.3

TAULUKKO 4. 1c LAIVALINJAT VUODEN 1969 LISÄKUSTANNUKSILLA LASKETUSSA RATKAISUSSA

TAVARAVIRRRAT KAUSITTAIN SATAMISTA MAARAMAIHIN

YKSIKKÖTAVARA

		ITÄBLOKKI	VÄLIMERI	TANSKA	RANSKA	ENGLANTI	POHJ.MAAT,USSR	AMERIKA	KAUKOMAAT	YHT
KEMI	1	.	27.6	.	24.2	18.0	.	44.6	17.3	131.7
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	27.6	.	24.2	18.0	.	44.6	17.3	131.7
ULLU	1	.	10.0	.	.	.	.	.	5.0	15.0
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	10.0	.	.	.	.	.	5.0	15.0
RAAHE	1	.	38.0	26.4	.	43.7	115.5	13.8	36.1	273.5
	2	.	2.0	1.4	.	2.3	6.3	.7	1.9	14.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	.	40.0	27.8	.	46.0	121.8	14.5	38.0	288.1
KOKKOLA	1	1.6	.9	3.6	1.0	8.9	.6	.	.	16.6
	2	.	.	.	.	.6	.	.	.	.6
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	1.6	.9	3.6	1.0	9.5	.6	.	.	17.2
PIETARS	1	4.5	7.1	40.4	8.3	36.9	.	1.8	7.3	106.3
	2	.6	.5	2.9	.6	2.2	.	.	1.1	7.9
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	S	5.1	7.6	43.3	8.9	39.1	.	1.8	8.4	114.2
VAASA	1	.	.	2.7	.	.	.	.	.	2.7
	2	.	.	.3	.	.	.	.	.	.3
	3	.	.	1.0	.	.	.	.	.	1.0
	S	.	.	4.0	.	.	.	.	.	4.0
KASKINEN	1	1.0	7.1	21.0	5.3	34.1	2.6	.	3.6	74.7
	2	.	.	.	.	.5	.	.	.	.5
	3	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2
	S	1.0	7.1	21.0	5.3	35.8	2.6	.	3.6	76.4
PCRI	1	16.4	.	174.8	28.1	282.0	20.3	12.0	8.0	541.6
	2	1.2	1.1	15.9	2.3	7.1	.5	7.1	2.3	37.5
	3	5.4	7.6	43.7	5.5	22.3	13.5	18.2	11.6	127.8
	S	23.0	8.7	234.4	35.9	311.4	34.3	37.3	21.9	706.9
HANKO	1	1.9	10.5	36.7	.	5.8	5.0	.	.	59.9
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	1.2	9.2	1.0	7.0	.	4.1	.	22.5
	S	1.9	11.7	45.9	1.0	12.8	5.0	4.1	.	82.4
KCTKA	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.4	1.9	2.3
	S	.	.	.	.	.	.	.4	1.9	2.3
YHT	1	25.4	101.2	305.6	66.9	429.5	144.0	72.2	77.3	1222.1
	2	1.8	3.6	20.5	2.9	12.7	6.8	7.8	5.3	61.4
	3	5.4	8.8	53.9	6.5	30.5	13.5	22.7	13.5	154.8
	S	32.6	113.6	380.0	76.3	472.7	164.3	102.7	96.1	1438.3



## 4.3.2 Linjoitusmenettely

Kokonaismallin päätavoitteena on valottaa vuoden-aikavaihtelun aiheuttamaa resurssien mitoitusongelmaa. Mallityön sivutavoitteena on tutkia niitä kustannussäästöjä, joita saadaan keskittämällä tavaravirrat joihinkin harvoihin satamiin. Keskittäminen pienentää voimakkaimmin satamatyön ja laivojen kustannuksia. Satamatyön kustannukset, vaikkakin sinänsä tärkeä asia keskittämisen- ja työnjakokysymyksissä, jäi vaikeutensa vuoksi auki satamasimulaattorilla suoritetuista kokeiluista huolimatta. Niinpä tässä on tarkasteltu vain tavaravirtojen satama-määrämittausta keskittämistä eli nk laivalinjoja.

Laivalinjojen periaatteellista käsittelyä ja siinä esiintyviä nykypäivän menetelmäteknikan rajoituksia on käsitelty luvussa 6. Tässä linjoituskysymystä on lähestytty kokonaismallilla simuloiden. Pohjana linjoitukselle ovat nk linjaedellytyksluvut eli ne vähimmäistonnimäärät, jotka mahdollistavat säännöllisen linjaliikenteen. Linjaedellytykset riippuvat reitillä käytetystä laivakoosta sekä etupäässä kauppapolitiikan määrittämisestä vuorotiheydestä. Kun lisäksi kokonaismallin laivakustannukset on laskettu olettaen linjaedellytysten olevan voimassa joka reitillä, on linjoituksessa seuraavat kaksi askelta:

- 1 Luodaan jollakin tavoin linjaehdotus. Lisätään laivan kiertelystä aiheutuneet lisäkustannukset nk laivalisät niille reiteille, joiden liikennemäärä mallitulostuksessa on alle linjaedellytyksen. Etsitään kokonaismallilla uusi optimi näin saatua kustannuslauseketta kriteerinä käyttäen. Askelen voi toistaa useita kertoja aina edellistä tulosta hyväksi käyttäen.
- 2 Tarvittaessa puhdistetaan linjoitus eli kohdistetaan laivalisät kaikille niille reiteille, joiden liikennemäärä jäi alle linjaedellytyksen askelen 1 jälkeisessä mallitulostuksessa. Lasketaan kustannukset toteutuneiden linjojen mukaan.

Esitettyä menettelyä on kutsuttu simuloinniksi, koska siinä malli ei voi automaattisesti hakea parasta ratkaisua, vaan tätä etsitään mallilla kokeillen. Menetelmä on alioptimoiva eli se ei takaa parhaan ratkaisun löytymistä. Tavoitteena on siis mahdollisimman hyvän ratkaisun löytäminen.

Linjoitusta käytettiin vain poikkileikkausvuoden 1969 laskelmissa, koska linjoituksessa tarvittavat lähtötiedot, laivan satamakiertelystä aiheutuva lisäkustannus ja linjaedellytykset (ks taulukko 4.8), ovat verrattain karkeita ja tarkistamattomia.



Linjoituksessa noudatettiin malliratkaisun ohjaamaa moneuttelyä siten, että 1. askeleessa hyväksyttiin linjoiksi ne laivareitit, joiden liikennemäärä ylitti tietyn prosentin linjaedellytyksestä (I kierros 33 %, II kierros 67 % ja III kierros 100 %). Aluksi siis katsottiin, mihin ja miten pienet tavaramäärät keskittyivät ja siltä pohjalta jatkettiin linjoitusta asteittain. Taulukoissa 4.2a - c on esitetty linjoituksen aiheuttama tavaroiden keskittyminen (yksikkötavara ja selluloosa) ja kustannuserittely vuoden 1969 lisäkustannuksilla laskettussa ratkaisussa.

Taulukko 4.2a Vuoden 1969 lisäkustannuksilla lasketun lineaarisen (OPT) ja linjoitetun (LINJ) ratkaisun kustannuserittely

Liikennemuoto		Kustannukset, milj mk			
		OPT		LINJ	
Maakuljetus	{ autot	0.8		0.7	
	{ VR	19.9	20.7	20.1	20.8
Satamakäsittely	{ satama	4.6		4.6	
	{ terminaali	0.4	5.0	0.4	5.0
Merikuljetus	{ laivat	19.4		19.7	
	{ laivalisät	1.7	21.1	0.8	20.5
Jäissä kulku	{ jäänmurtajat	3.4		3.3	
	{ jäävauriot	2.2	5.6	2.2	5.5
Yhteensä		52.4		51.8	

Selityksiä:

- 1 Lineaarinen ratkaisu (OPT) on kokonaismallin antama optimiratkaisu, johon on ratkaisun jälkeen lisätty satamakiertelystä aiheutuvat laivalisät niille laivareiteille, joille ei syntynyt linjaa. Linjoituksesta on siis tässä toteutettu vain askel 2.
- 2 Linjoitetussa ratkaisussa (LINJ) laivalisät ovat kohdelausekkeessa, jossa ne vaikuttavat ratkaisun valintaan. Linjoituksessa on siis askel 1 toistettu kolme kertaa, eikä tässä tapauksessa askelta 2 ole tarvittu.

Linjoituskokeilun perusteella voi päätellä seuraavaa:

- 1 Linjoitetun ja linjoittamattoman ratkaisun välinen ero on 1 % mallissa esitetyistä kokonais- ja 3 % laivakustannuksista.
- 2 Linjoitusta on kokeiltu myös käytännön sanelemista linjaehdotuksista lähtien (ennen kustannustarkistusr ryhmän työtä toteutetuissa kokeiluissa). Useimmat linjoista syntyivät eri linjoitusvaihtoehdoissa samoihin satamiin, mikä näkyy selvästi myös taulukossa 4.2c. Harvojen epävarmojen linjojen kokeilulla ja kokonaismallin omaa herkkyyksianalyysia käyttäen voidaan päästä lähes optimiratkaisuun.
- 3 Vaikka lähtötiedot, erikoisesti laivalisät ja linjaedellytykset, ovat erittäin epävarmoja, voidaan linjoitustyön perusteella kuitenkin päätellä, että kokonaismallilla simulointi
  - valottaa riittävästi tavaravirtojen keskittämismongelmaa,
  - tekee ratkaisun realistisemmaksi ja
  - osoittaa linjoitusvaihtoehtojen keskinäisen suhteellisen paremmuuden sekä kustannussäästön kertaluokan.
- 4 Linjojen vaikutus on sitä voimakkaampi, mitä suurempia linjaedellytysluvut, so laivojen koot ja linjatiheysvaatimukset, ovat. Pitkän tähtäyksen suunnittelussa linjoituksen merkitys siten kasvaa.



Taulukko 4.2b Satamien liikennemäärät vuoden 1969 lisäkus-  
tannuksilla lasketussa lineaarisessa (OPT)  
ja linjoitetussa (LINJ) ratkaisussa

Satama	Kau- si	Yksikkötavara		Sellu		Joukkotav vientä		Joukkotav tuonti	
		OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ
Kemi	1	132	289	309	290	17	17	89	89
	2	-	3	20	22	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Yht	132	292	329	312	17	17	89	89
Oulu	1	15	-	256	203	25	25	171	171
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Yht	15	-	256	203	25	25	171	171
Raahe	1	274	274	-	-	-	-	641	641
	2	15	15	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Yht	289	289	-	-	-	-	641	641
Kokkola	1	17	-	-	-	340	370	274	274
	2	1	-	2	-	2	2	7	8
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Yht	18	-	2	-	342	372	281	282
Pietarsaari	1	106	77	120	105	25	-	8	8
	2	8	3	20	20	3	-	1	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Yht	114	80	140	125	28	-	9	8
Vaasa	1	3	-	-	-	18	12	44	44
	2	-	-	-	-	2	2	3	3
	3	1	-	-	-	7	7	9	-
	Yht	4	-	-	-	27	21	56	47
Kaskinen	1	75	34	98	26	-	-	-	-
	2	1	1	21	7	-	-	-	-
	3	1	1	64	21	-	-	-	-
	Yht	77	36	183	54	-	-	-	-
Pori	1	542	492	4	158	37	37	23	23
	2	38	41	47	58	-	3	-	-
	3	128	129	126	168	14	14	23	32
	Yht	708	662	177	384	51	54	46	55
Hanko	1	60	34	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	23	13	-	-	-	-	-	-
	Yht	83	47	-	-	-	-	-	-
Kotka	1	-	22	60	64	-	-	-	-
	2	-	-	8	11	-	-	-	-
	3	2	12	20	20	-	-	-	-
	Yht	2	34	28	95	-	-	-	-

Huom! Yksikkötavaralla ja selluloosalla on yhteiset laiva-  
linjat

Taulukko 4.2c Yksikkötavaran ja selluloosan keskittyminen laivareiteille vuoden 1969 lisäkustannuksilla lasketussa lineaarisessa (OPT) ja linjoitetussa (LINJ) ratkaisussa

	Kausi	Määrämaat															
		Itämeri		Väli-meri		Tanska		Ranska		Englanti		Lähi-maat		Amerikka		Kaukomaat	
Linja- edellytys	1	19.0		38.0		38.0		26.0		38.0		22.0		22.4		22.4	
	2	2.4		4.8		4.8		3.2		4.8		2.5		5.6		5.6	
	3	7.1		14.2		14.2		9.8		14.2		7.5		11.2		11.2	
Satama		OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ	OPT	LINJ
Kemi	1	X		L	L	L	L	L	L	L	L			L	L	L	L
	2		X	X	L					L	L			X		X	
	3																
Oulu	1	X		X		L	L	X		L	L			X		X	
	2																
	3																
Raahе	1			L	L	X	X			L	L	L	L	X	X	L	L
	2			X	X	X	X			X	X	L	L	X	X	X	X
	3																
Kokkola	1	X		X		X		X		X		X				X	
	2									X				X			
	3																
Pietarsaari	1	X	X	X	X	L	L	X	X	L	L			X		X	
	2	X	X	L	L	X	X	X	X	L	L			X	X	X	X
	3																
Vaasa	1					X											
	2					X											
	3					X											
Kaskinen	1	X		X		X		X		L	L	X		X		X	
	2					X		L	L	L	X						
	3			L	L	X		X		X	X			X		X	

Selityksiä: X = laivareitillä kulkee tavaraa

L = laivareitillä on linja, ts tavaramäärä > linjaedellytys



## Herkkyyssanalyysit

Herkkyyssanalyysillä kartoitetaan mallin parametrien, kustannus- ja suoritelukujen, muutoksien vaikutusta kuljetussysteemin liikenne- ja kokonaiskustannuksiin. Tällä tavoin arvioidaan saatujen tulosten luotettavuutta. PSST-suunnittelussa lasketut herkkyyssanalyysit on toteutettu siten, että on valittu tietty vertailuvaihtoehto, jonka kustannus- tai suoriteparametreja vaihdellaan aina yhden liikennemuodon osalta kerrallaan.

Toimikunnan määrittämien ja mietinnön taulukoissa 88-98 raportoitujen, vuoden 1980 laskelmiin perustuvien herkkyyssanalyysien keskeisenä kohteena on VR:n yksikkökustannusten laskentaperusteiden arviointi. Toteutettujen herkkyyssanalyysien karkeusastetta osoittaa mietinnön taulukosta 96 otettujen äärivaihtoehtojen eroja koskeva yhteenveto:

Tarkkailtava lähtötieto- tai tulosluku	Erot vertailuvaihtoehtoon lisäk 6 000/12 000 nähden		Vrt
	Keskim 6 000/12 000 + 0,6 p/tkm	Lisäk 6 000/12 000 - 0,6 p/tkm	
Lähtötiedot:			
VR:n yksikkökust	1) n + 70 %	n - 30 %	4.3a
VR:n yksikkökust ylläpito	1) n + 105 %	n - 45 %	"
VR:n tkm-yksikkökust	n + 90 %	n - 40 %	"
VR:n tkm-yksikkökust ylläpito	n + 150 %	n - 60 %	"
Laivakust	+ 6 %		
Jäänmurtajakust	+ 2,5 %		
Jäävauriokust	+ 2 %		
Tulokset: Kustannukset			
Kokonaiskust	+ 21 %	- 19 %	
VR:n kust	- 55 %	- 16 %	
Jäänmurtajakust	+ 260 %	- 44 %	
Tulokset: Suoritteet			
VR:n tonnikilometrit	- 80 %	+ 30 %	
VR:n tonnit	- 65 %	+ 15 %	
Jääavustus	+ 250 %	- 45 %	
Tulokset: Jäänmurtajien tarve (vertailu- vaihtoehto < 1 murtaja)	> 3 murtajaa	< 1/2 murtajaa	

Huom! 1) Keskimääräisenä rautatiekuljetusmatkana on tässä käytetty 400 km.

Yhteenvedosta voi todeta, että käsiteltyjen vaihtoehtojen lähtötiedot eroavat voimakkaasti VR:n yksikkökustannusten, erikoisesti resurssin tonnikilometreihin kohdistuvan ylläpito-osuuden, kohdalta. Laskentajärjestelmä tietenkin reagoi näin voimakkaaseen muutokseen ja päättyy aivan vastakkaisiin liikenne- ja kokonaiskustannuksiin, mikä näkyy jäänmurtajien lukumääristä ja mietinnön taulukoiden 90 ja 91 liikennesijoittelusta.

Vastaavasti voidaan olettaa että jäänmurtajien suoritelukuja tutkiva herkkyyssanalyysi aiheuttaa voimakkaan vaihtelun VR:n suoritteissa. Vaihtelevathan jäänmurtajien suoritelukuina käytetyt arviot (vrt mietinnön sivut 164 ja 182) vielä esitettyä VR:n kustannusten vaihtelua voimakkaammin.



Ennen kustannustarkistusryhmän työtä toteutettiin herkkyyssanalyysisarja vuoden 1969 vertailuvaihtoehdosta lähtien. Näissä tarkasteluissa keskityttiin pääosin parametrien vaihteluvälien vaikutusten arviointiin. Tämä haarukointi oli verrattain karkea;

- jäänmurtaajien suoritteissa -33 % ja + 100 %,
- jäänmurtaajien kustannuksissa  $\pm 10$  %,
- jäävauriokustannuksissa  $\pm 50$  %,
- VR:n ja autojen kustannuksissa +20 %,
- laivojen kustannuksissa  $\pm 20$  % ja
- satamien kustannuksissa  $\pm 100$  %.

Liikennevaihtoehtojen vaihtelivat eri herkkyyssvaihtoehtojen odotetusti ja niin voimakkaasti, että varsinaisten liikennevaihtoehtojen väliset erot jäivät lähtötietojen aiheuttamiin virherajoihin. Esitettyjen vaihteluvälien pienentämistä voidaan nykyään tuskin perustella koska useat lähtötiedot ovat joko puutteellisesti tilastoituja ja vaikeasti määriteltävissä tai peräti subjektiivisia arvioita.

Laskelmien luotettavuuden parantaminen edellyttää laskentaperusteiden määrittämistä ja yhtenäistämistä sekä perustietojen jatkuvaa rekisteröintiä.

Toimintatietojen tilastoinnin ja kustannuslaskennan tarkennuttua herkkyyssanalyysi tulisi toteuttaa esim seuraavasti:

- Parametrien arvoja muutetaan vähitellen ja havaitaan, kuinka suuri muutos vaikuttaa oleellisesti ratkaisuun.
- Arvioidaan hankittujen lähtötietojen luottamusvälit ja tutkitaan, kuinka paljon välejä vastaavat muutokset vaikuttavat ratkaisuun. Näin saadaan arvioitua tulosten luotettavuus.

Herkkyyssanalyysitaulukkojen avulla voi tutkia ovatko muutosten aiheuttamat vaikutukset järkeviä ts onko malli realistinen. Sen sijaan niistä on vaikeampi päätellä millaisiin parametrien varmuusväleihin tulisi päästä.

Karkea herkkyyssanalyysi osoittaa selvästi, että lähtötiedon nykyisellä epävarmuustasolla liikuttaessa ei voida puhua toimintavaihtoehtojen kokeilusta, vaan lähinnä lähtötietojen kokeilusta. Tärkeätä on, ettei uskota yhden parametrisarjan tuottamiin tuloksiin, mikä vaara on tarjolla työläitä laskentamenetelmiä käytettäessä.

#### 4.3.4

##### Liikennevaihtoehdot

Mietinnön kohdassa 6.1 selostetussa vaihtoehtolaskennassa lasketaan määriteltujen vaihtoehtojen kustannukset, kun taas kokonaismalli etsii annettujen kustannusten puitteissa parhaan ratkaisun automaattisesti. Tämä on mainittujen laskentamenetelmien merkitsevin ero. Kokonaismallin käyttö on edullisinta silloin, kun laskentasta ratkaisusta edeten tehdään malliin pieniä muutoksia ja lasketaan parametrien uusia arvoja vastaava optimi. Kokonaismalli on siis sopiva apuväline herkkyyssanalyysitarkasteluissa. Kokonaismallilla voidaan laskea myös erilaisia liikennevaihtoja asettelemalla lisärajoituksia, jotka pakottavat tai estävät tiettyjen reittien, satamien tai linjojen käytön. Hyvin tarkasti määritel-



tyjen eli mallimielessä rajoitettujen vaihtoehtojen läpilaskennassa malli toimii tavallaan vain kalliinpuoleisena laskukoneena. Sen sijaan mallin optimoivaa piirrettä voidaan käyttää tutkittaessa yleisluontoisempia ja vähemmän rajoitettuja liikennevaihtoehtoja, kuten esimerkiksi Etelä-Suomen satamien tai jonkun muun satamaryhmän sulkeminen pohjoisen liikenteeltä, Perämeren auki pitäminen talvella jne.

Mallityössä laskettiin vaihtoehdot, jotka simuloivat vuonna 1969 toteutunutta liikenteensijoittelua ja Perämeren talvista aukipitoa. Laskelmat toteutettiin satamien liikennemääriä rajoittamalla. Edellisessä tapauksessa Pohjois-Suomen satamamuuttajat asetettiin vuoden 1969 liikennelukujen suuruisiksi ja jälkimmäisessä Perämeren satamien talvikauden muuttujille asetettiin alarajat. Laskentojen tulostamaa numerotietoa ei tässä esitetä, koska lähtötietojen nykyinen taso ei anna aihetta puuttua arkaan Perämeri-kysymykseen ja laskennat toteutettiin jo ennen kustannusten tarkistusta. Vaihtoehtojen väliset erot olivat n 6 - 8 % kokonaiskustannuksista. Tämän eron voidaan katsoa johtuvan vuodenaikavaihtelun tasoittamisesta.

#### 4.4

#### Yhteenveto tuloksista

Pohjois-Suomen merikaupan kuljetussysteemiä valottavien laskelmien luotettavuus on osoittautunut niin karkeaksi, ettei tulostaulukoita saa tarkastella numero numerolta, vaan epävarmojen lähtötietojen vaikutuksia ja mallin käyttäytymistapoja arvioiden. Seuraavanlaisia yleislinjoja mallityöstä voidaan sentään verrattain varmasti päätellä:

- Tavaravirtoja harvoin satamiin ja laivalinjoiksi keskittämällä saavutettava hyöty on n 3 - 4 %. Mallityössä tarkasteltiin vain laivalinjoja. Satamatyön koordinoitongelma on ainakin yhtä tärkeä.
- Vuodenaikavaihtelun tasoittamisella ja suunnitelmallisuudella saavutettavat hyödyt nousevat kaksinkertaisiksi, eli ovat n 6 - 8 %.
- Esitettyjen toimenpiteiden yhteisvaikutus kustannuksiin on suurempi kuin mainittujen prosenttilukujen summa.

PSST-mallityön päätuloksena on tässä vaiheessa pidettävä kokonaissuunnitteluun tarkoitettun laskentajärjestelmän, kokonaismallin, luomista ja mallilla toteutettujen laskentojen perusteella syntyneitä tulosten luotettavuuden tiedostamista sekä kehittämissuosituksia. Viimeksi mainittuja on käsitelty luvuissa 6 ja 7.

## KOKONAISMALLIN LÄHTÖTIETOTAULUKOT

Seuraavissa taulukoissa esitetyt parametrit perustuvat kustannustarkistusryhmän tarkastamiin ja toimikunnan hyväksymiin lähtötietoihin ja laskentaperusteisiin.

## Taulukko 4.3 Maakuljetuskustannukset

## Taulukko 4.3a Rautateiden kustannuskertoimet v 1970 ja v 1980 hinnoin

	Tavaralaji	a1: p/tkm				a2: mk/tonni			
		Ylläpito	Käyttö	Yht	%-ylläpito	Ylläpito	Käyttö	Yht	%-ylläpito
V 1969 Lisä- kust	Yksikkötavara ja sellu	1.04	0.73	1.77	59	2.03	0.90	2.93	69
	Joukkotavara	1.16	0.83	1.99	58	1.97	0.88	2.85	69
V 1969 Keskim kust	Yksikkötavara ja sellu	1.98	0.73	2.71	73	2.31	0.90	3.21	72
	Joukkotavara	2.43	0.83	3.26	74	2.31	0.88	3.19	72
V 1980 Lisä- kust	Yksikkötavara ja sellu	0.89	0.55	1.44	62	1.41	0.61	2.02	70
	Joukkotavara	1.00	0.63	1.63	62	1.36	0.62	1.98	69
V 1980 Keskim kust	Yksikkötavara ja sellu	1.61	0.55	2.16	74	1.65	0.61	2.26	73
	Joukkotavara	1.87	0.63	2.50	74	1.61	0.62	2.23	72

## Taulukko 4.3b Autojen kustannuskertoimet v 1970 ja v 1980 hinnoin

Tavaralaji	a1: p/tkm, käyttökustannus	
	V 1969	V 1980
Yksikkötavara ja sellu	11.5	11.4
Joukkotavara	10.2	10.1



Liikennealue	Satama									
	Kemi	Oulu	Raahe	Kokk	Piets	Vaasa	Kask	Pori	Hanko	Kotka
Kemij	213	313	379	515	558	721	755	855	1 080	990
Kemi	<u>6</u>	110	194	312	355	518	552	652	877	787
Oulu	116	<u>1</u>	88	206	249	412	446	546	771	681
Kajaani	308	196	280	321	364	527	561	630	724	489
Raahe	198	86	<u>=</u>	180	223	386	420	520	745	656
Ylivies	238	126	102	84	127	290	324	424	649	560
Iisalmi	391	279	256	238	281	444	478	547	641	406
Kokkola	317	205	181	<u>1</u>	<u>33</u>	211	245	345	570	566
Pietars	361	249	225	<u>37</u>	<u>1</u>	189	223	323	550	546
Seinäjä	445	333	309	133	110	83	117	217	444	442
Vaasa	524	412	388	212	189	<u>4</u>	186	286	513	509
Kaskinen	562	450	426	250	227	190	<u>30</u>	324	551	547

Huom

- 1 VR:n ja autojen tonnikilometrit on laskettu taulukon etäisyyksiä käyttäen
- 2 Tapauksissa, joissa taulukon luku on alleviihottu (matka < 50 km), on oletettu käytettävän autoja, muuten rautatietä.

**Taulukko 4.5 Eri linjoilla käytetyt laivakoot ja muut laivatiedot**

**Taulukko 4.5a Yksikkötavaralaivat v 1969. Samoja laivoja käytetään myös selluloosan kuljetukseen, jolloin lasti on suurempi (Y = yksikkötavara, S = selluloosa)**

Linja	Kantavuus (DWT)	Lasti (tonni)	Vuorokausikustannus (mk/vrk)		Nopeus (solmu)
			Ajossa	Satamassa	
Itämeri Lähi	1 800	1 050 (Y) 1 550 (S)	3 000	2 000	12
Välimeri	7 000	3 680 (Y) 4 880 (S)	9 900	8 100	16
Tanska-Belgia Ranska-Espanja Englanti	3 500	2 300 (Y) 3 100 (S)	6 000	4 500	14
Amerikka Kaukomaat	10 000	4 640 (Y) 6 760 (S)	12 100	9 700	16

- Huom! 1)  $1 = \frac{\text{vuorokausikustannus}}{\text{lasti}} \times \text{päivät (ks taulukko 4.6)}$
- 2) Laivakustannukset kohdistetaan kausimuuttujille ts ne käsitellään kokonaan käyttökustannuksina
- 3) Nopeudet ovat käytännöllisiä kulkunopeuksia
- 4) Laiva kulkee toiseen suuntaan sarakkeen 3 ilmoittamassa lastissa ja toiseen suuntaan tyhjänä

**Taulukko 4.5b Yksikkötavaralaivat v 1980**

Linja	Kantavuus (DWT)	Lasti (tonni)	Vuorokausikustannus (mk/vrk)		Nopeus (solmu)
			Ajossa	Satamassa	
Itämeri Lähi	2 400	1 450 (Y) 2 100 (S)	4 900	3 100	14
Välimeri	8 000	4 040 (Y) 5 600 (S)	12 200	9 400	18
Tanska-Belgia Ranska-Espanja Englanti	4 000	2 650 (Y) 3 500 (S)	7 900	5 600	16
Amerikka Kaukomaat	13 000	5 160 (Y) 8 400 (S)	15 700	11 700	18

Ks taulukon 4.5a huomautuksia



Taulukko 4.5c Joukkotavaralaivat v 1969

Linja	Kantavuus (DWT)	Lasti (tonni)	Vuorokausikustannus (mk/vrk)		Nopeus (solmu)
			Ajossa	Satamassa	
Itämeri	10 000	9 000	11 000	9 000	15
Tanska-Belgia Ranska-Espanja Englanti	3 000	2 700	6 000	4 000	13
Lähi Amerikka Kaukomaat	6 000	5 500	8 500	6 600	14

Ks taulukon 4.5a huomautuksia

Taulukko 4.5d Joukkotavaralaivat v 1980

Linja	Kantavuus (DWT)	Lasti (tonni)	Vuorokausikustannus (mk/vrk)		Nopeus (solmu)
			Ajossa	Satamassa	
Itämeri	10 000	9 000	12 000	9 800	15
Tanska-Belgia Ranska-Espanja Englanti	3 000	2 700	6 300	4 200	13
Välimeri Lähi Amerikka Kaukomaat	6 000	5 500	9 000	7 000	14

Ks taulukon 4.5a huomautuksia

Taulukko 4.6 Laivojen avovedessa ja jäissäkulkuosuudet

Satama	Edestakaiset matkaosuudet (mpk)						
	Kausi 1 (8 kk)		Kausi 2 (1 kk)		Kausi 3 (3 kk)		
	Avovesi	Helpot jääolosuhteet	Avovesi	Helpot jääolosuhteet	Avovesi	Helpot jääolosuhteet	Norm jääolosuhteet
Kemi, Oulu	1 010	80 (1.5)	730	280	430	300	280
Raahe	875	60 (1.0)	715	160	415	300	160
Kokkola	775	40 (1.0)	695	80	395	300	80
Pietarsaari	740	40 (0.5)	680	60	380	300	60
Vaasa	615	40 (0.5)	575	40	385	190	40
Kaskinen	505	-	485	20	375	110	20
Pori	440	-	440	-	350	90	-
Hanko	305	-	305	-	305	60 (2.0)	-
Kotka	565	-	565	60 (0.5)	405	100	60

Huom! 1 Suluissa olevat luvut ilmaisevat avustusaajan pituuden kuukausina, jos se poikkeaa kauden pituudesta

2 Etäisyydet on laskettu väliltä satama - Gotska Sandön

Taulukko 4.7 Laivojen jäävauriokustannukset v 1969 ja v 1980 (mk/tonni)

Satama	Kausi 1		Kausi 2		Kausi 3	
	v 69	v 80	v 69	v 80	v 69	v80
Kemi, Oulu	0,7	0,7	4,6	4,7	8,6	8,8
Raahe	0,4	0,4	3,7	3,8	7,9	8,1
Kokkola	0,1	0,1	2,6	2,7	7,0	7,2
Pietarsaari	0,1	0,1	2,2	2,3	6,6	6,8
Vaasa	-	-	1,4	1,4	5,0	5,1
Kaskinen	-	-	-	-	3,1	3,2
Pori	-	-	-	-	1,5	1,5
Hanko	-	-	-	-	1,0	1,0
Kotka	-	-	1,0	1,0	3,2	3,3

Huom! Jäävauriokustannukset kohdistetaan kausittaisille satamamuuttujille



## Taulukko 4.8 Laivalisät ja linjaedellytykset

Taulukko 4.8a Laivojen satamakiertelystä aiheutuneet  
lisäajat v 1969

Tavara	Laivakoko (DWT)	Lisäaika (vrk)
Yksikkö- tavara	2 400	1.0
	4 000	1.5
	8 000	2.0
	13 000	2.5
Joukko- tavara	3 000	1.5
	6 000	2.0
	10 000	2.0

Huom! Kaudella 3 lisäajat ovat 1.5-kertaiset.

## Taulukko 4.8b Laivalisät v 1969 (mk/tonni)

Määrämaat	Yksikkötavara		Joukkotavara	
	Kaudet		Kaudet	
	1,2	3	1,2	3
Itämeri	6.1	9.2	3.8	5.7
Väliimeri	9.9	14.9	3.8	5.7
Tanska-Belgia	6.2	9.4	2.5	3.7
Ranska-Espanja	6.2	9.4	2.5	3.7
Englanti	6.2	9.4	2.5	3.7
Pohjm-USSR	6.1	9.2	3.8	5.7
Amerikka	7.6	11.4	3.8	5.7
Kaukomaat	7.6	11.4	3.8	5.7

Huom! Laivalisä =  $\frac{\text{laivan satamakustannus} \times \text{lisäaika}}{\text{lasti}}$

Taulukko 4.8c Linjaedellytykset v 1969 (1 000 ton)

Määrämaa	Yksikkötav ja sellu			Joukkotav vienti			Joukkotav tuonti		
	Kaudet			Kaudet			Kaudet		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Itämeri	19.0	2.4	7.1	90.0	9.0	27.0	60.0	9.0	27.0
Välimeri	38.0	4.8	14.2	-	-	-	-	-	-
Tanska-Belgia	38.0	4.8	14.2	13.5	2.7	5.4	27.0	2.7	5.7
Ranska-Espanja	26.0	3.2	9.8	13.5	2.7	5.4	27.0	2.7	-
Englanti	38.0	4.8	14.2	13.5	2.7	5.4	27.0	2.7	-
Pohjm-USSR	22.0	2.5	7.5	28.5	5.7	5.7	57.0	5.7	5.7
Amerikka	22.4	5.6	11.2	28.5	5.7	5.7	34.2	5.7	11.4
Kaukomaat	22.4	5.6	11.2	28.5	5.7	5.7	34.2	5.7	11.4

Huom! Jos laivalinjalla (laivamuuttujassa) on linjaedellytystä vähemmän tavaraa, laivamuuttujalle lisätään taulukon 4.8b mukaiset kustannukset.

Taulukko 4.9 Jäänmurtaajien jääavustustunnit (h/1 000 ton)

Satama	Kausi	Kerralla avustetut tonnit normaaleissa/helppoissa jääolosuhteissa			
		3 000/9 000 8 sol	6 000/12 000 8 sol	6 000/12 000 10 sol	9 000/15 000 10 sol
Kemi	1	0,2	0,2	0,1	0,1
	2	3,9	2,9	2,3	1,9
	3	15,9	8,9	7,2	5,1
Raahe	1	0,1	0,1	0,1	0,1
	2	2,2	1,7	1,3	1,1
	3	10,9	6,4	5,2	3,8
Kokkola	1	0,1	0,1	-	-
	2	1,1	0,8	0,7	0,5
	3	7,5	4,8	3,8	2,9
Pietarsaari	1	-	-	-	-
	2	0,8	0,6	0,5	0,4
	3	6,7	4,4	3,5	2,7
Vaasa	1	-	-	-	-
	2	0,5	0,4	0,3	0,3
	3	4,3	2,8	2,3	1,7
Keskinen	2	0,3	0,2	0,2	0,1
	3	2,3	1,5	1,2	0,9
Pori	3	1,3	0,9	0,8	0,6
Hanko	3	0,6	0,4	0,3	0,3
Kotka	2	0,4	0,3	0,3	0,2
	3	2,2	1,7	1,3	1,1

Huom! Jääavustustunnit on laskettu jakamalla taulukon 4.6 mukaisiin jääavustusmatkoihin kuluneet ajat kerralla avustetuilla tonneilla. Taulukon jääavustustunnit ovat siten kohdassa 3.6 määriteltäviä yksikköavustuksia.



Taulukko 4.10 Jäänmurtaajien kustannuskertoimet vuoden 1969 ja 1980 hinnoin

Kust kerroin		jg: ylläpito			j: käyttö
Kustannuslaji	Murtaajan korkokust/ vuosi milj mk	Korko/huip-pukuukauden aputunti mk	Poisto/ ajotunti mk	Käyttö-kust/ajo-tunti mk	Käyttö-kust/ aputunti mk
Jäänmurtaaja-luokka					
Tarmo v 69	1.449	3 570	510	1 042	2 217
Tarmo v 80	1.449	3 570	510	1 280	2 557
Urho v 80	2.040	4 860	703	1 409	3 017

Huom. 1 Yhden jäänmurtaajan max ajotunnit/kk = 600 h/kk

Yhden jäänmurtaajan max avustuskyky/kk = 420 h/kk

2  $jg = \frac{\text{ylläpitokustannus/vuosi}}{\text{avustuskyky/kk}}$ . Maksimiavustus-

kausi, jolle ylläpitokustannukset täten tulevat kohdistetuksi, on luonnollisesti talvi (3 kk). Siten v 69

$\frac{\text{kiinteät kustannukset}}{\text{avustustunti}} = \frac{jg}{3} \sim 1\,190 \text{ mk.}$

3  $j = \frac{\text{käyttökustannus/ajotunti}}{420/600}$ .

Taulukko 4.11 Satama- ja terminaalikustannukset vuosina 1969 ja 1980

Tavaralaji	Yksikkötunnus (mk/t)	
	s: sataman ylläpito	m: terminaali
Yks ja sellu	1.0	0.50
Joukko	0.50	0.50

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj.maant USSR	Amerik- ka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1	5,9	27,6	104,7	24,2	101,7	8,3	44,6	17,3	334,3
	2	0,7	0,7	9,2	1,3	1,9		5,6	1,7	21,1
	3	2,3	2,1	27,6	3,7	5,7		16,8	5,1	63,3
	Yht.	8,9	30,4	141,5	29,2	109,3	8,3	67,0	24,1	418,7
OULU	1	9,4	10,0	28,0	11,3	91,6	9,4		5,0	164,7
	2	0,5		1,1		0,8	0,5			2,9
	3	1,4		2,9		2,5	1,8			8,6
	Yht.	11,3	10,0	32,0	11,3	94,9	11,7		5,0	176,2
KAJAANI	1	1,9	9,4	36,7	7,2	57,6	3,7	12,0	6,6	135,1
	2		0,4	3,1	0,4	2,3		1,5	0,6	8,3
	3		1,2	9,2	1,0	7,0		4,5	1,9	24,8
	Yht.	1,9	11,0	49,0	8,6	66,9	3,7	18,0	9,1	168,2
RAAHE	1		38,0	26,4		43,7	115,5	13,8	36,1	273,5
	2		2,0	1,4		2,3	6,3	0,7	1,9	14,6
	3		4,0	2,7		4,4	11,7	1,4	3,7	27,9
	Yht.		44,0	30,5		50,4	133,5	15,9	41,7	316,0
YLIVIESKA	1			2,9		3,4				6,3
	2									
	3									
	Yht.			2,9		3,4				6,3
IISALMI	1		1,1	17,2	3,8	16,8	1,3		1,4	41,6
	2			2,2	0,6	1,8				4,6
	3									
	Yht.		1,1	19,4	4,4	18,6	1,3		1,4	46,2
KOKKOLA	1	1,6	0,9	3,6	1,0	8,9	0,6			16,4
	2					0,6				0,6
	3					1,8				1,8
	Yht.	1,6	0,9	3,6	1,0	11,3	0,6			18,8
PIETARSAARI	1	4,5	7,1	40,4	8,3	36,9		1,8	7,3	106,3
	2	0,6	0,5	2,9	0,6	2,2			1,1	7,9
	3	1,7	1,5	9,5	1,8	7,0			2,8	24,3
	Yht.	6,8	9,1	52,8	10,7	46,1		1,8	11,2	138,5
SEINÄJOKI	1	1,1	3,6	22,0	5,8	34,8	2,6		1,8	71,7
	2			0,3		0,3				0,6
	3			1,0		0,9				1,9
	Yht.	1,1	3,6	23,3	5,8	36,0	2,6		1,8	74,2
VAASA	1			2,7						2,7
	2			0,3						0,3
	3			1,0						1,0
	Yht.			4,0						4,0
KASKINEN	1	1,0	3,5	21,0	5,3	34,1	2,6		1,8	69,3
	2					0,5				0,5
	3					1,2				1,2
	Yht.	1,0	3,5	21,0	5,3	35,8	2,6		1,8	71,0
YHT:	1	25,4	101,2	305,6	66,9	429,5	144,0	72,2	77,3	1.222,1
	2	1,8	3,6	20,5	2,9	12,7	6,8	7,8	5,3	61,4
	3	5,4	8,8	53,9	6,5	30,5	13,5	22,7	13,5	154,8
	Yht.	32,6	113,6	380,0	76,3	472,7	164,3	102,7	96,1	1.438,3



Taulukko 4.12b: VIENTITAVARAVIRRAT: SELLULOOSA v 1969 (1 000 t)  
(ilman raja-asemia 26 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj.maant USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
KEMI	1	19,0	30,8	71,1	51,0	88,4		25,8	22,9	309,0
	2	2,7	4,8	10,3	7,7	13,0		3,6	3,3	45,4
	3	3,9	6,9	15,0	11,2	18,7		5,2	4,8	65,7
	Yht.	25,6	42,5	96,4	69,9	120,1		34,6	31,0	420,1
KEMIJÄRVI	1	2,2	20,7	16,6	26,7	25,8		1,1	4,7	97,8
	2	0,2	2,2	1,7	2,9	2,8		0,1	0,5	10,4
	3	0,4	3,6	2,9	4,6	4,4		0,2	0,8	16,9
	Yht.	2,8	26,5	21,2	34,2	33,0		1,4	6,0	125,1
OULU	1	1,0	19,4	70,5	24,4	132,7		6,6	0,9	255,5
	2	0,1	2,5	8,9	3,1	17,0		0,9	0,1	32,6
	3	0,3	4,8	17,6	6,1	33,2		1,6	0,2	63,8
	Yht.	1,4	26,7	97,0	33,6	182,9		9,1	1,2	351,9
KAJAANI	1		19,5	12,1	7,9	17,0		3,9	3,7	64,1
	2		3,7	2,3	1,5	3,2		0,7	0,7	12,1
	3		6,1	3,8	2,5	5,4		1,2	1,2	20,2
	Yht.		29,3	18,2	11,9	25,6		5,8	5,6	96,4
PIETARSAARI	1	7,7	31,4	12,4	18,0	35,9		5,4	8,9	119,7
	2	1,1	4,4	1,8	2,5	5,1		0,8	1,2	16,9
	3	2,8	11,3	4,4	6,5	12,8		1,9	3,2	42,9
	Yht.	11,6	47,1	18,6	27,0	53,8		8,1	13,3	179,5
YHT.	1	29,9	121,8	182,7	128,0	299,8		42,8	41,1	846,1
	2	4,1	17,6	25,0	17,7	41,1		6,1	5,8	117,4
	3	7,4	32,7	43,7	30,9	74,5		10,1	10,2	209,5
	Yht.	41,4	172,1	251,4	176,6	415,4		59,0	57,1	1173,0

Taulukko 4.12c: VIENTITAVARAVIRRAT: JOUKKOTAVARA v 1969 (1 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj.maat USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1			13,1		2,1	1,6			16,8
	2			1,6		0,3	0,2			2,1
	3			5,0		0,7	0,6			6,3
	Yht.			19,7		3,1	2,4			25,2
OULU	1	4,0		8,0	2,2		4,6		6,5	25,3
	2	0,5		0,9	0,3		0,6			2,3
	3	1,5		2,7	0,8		1,7			6,7
	Yht.	6,0		11,6	3,3		6,9		6,5	34,3
KAJAANI	1	122,2								122,2
	2									
	3									
	Yht.	122,2								122,2
RAAHE	1									
	2									
	3									
	Yht.									
YLIVIESKA	1			72,5						72,5
	2									
	3									
	Yht.			72,5						72,5
IISALMI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
KOKKOLA	1	97,7		45,5	4,8	30,3	28,7			207,0
	2						0,3			0,3
	3						1,0			1,0
	Yht.	97,7		45,5	4,8	30,3	30,0			208,3
PIETARSAARI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
SHINÄJOKI	1	3,0								3,0
	2									
	3									
	Yht.	3,0								3,0
VAASA	1	1,1			2,8		8,4			12,3
	2						2,3			2,3
	3						6,9			6,9
	Yht.	1,1			2,8		17,6			21,5
KASKINEN	1			3,0						3,0
	2									
	3									
	Yht.			3,0						3,0
YHT.	1	228,0		142,1	9,8	32,4	43,3		6,5	462,1
	2	0,5		2,5	0,3	0,3	3,4			7,0
	3	1,5		7,7	0,8	0,7	10,2			20,9
	Yht.	230,0		152,3	10,8	33,4	56,9		6,5	490,0



Taulukko 4.12d: TUONTITAVARAVIRRAT: JOUKKOTAVARA v 1969 (1 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Polij. maat USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1	62,1		1,9	1,1	12,1	6,9	4,0	0,8	88,9
	2									
	3									
	Yht.	62,1		1,9	1,1	12,1	6,9	4,0	0,8	88,9
OULU	1	106,3		56,9			7,7			170,9
	2			1,8						1,8
	3			5,4						5,4
	Yht.	106,3		64,1			7,7			178,1
KAJAANI	1	70,8				23,1				93,9
	2									
	3									
	Yht.	70,8				23,1				93,9
RAAHE	1	14,8				14,8	611,5			641,1
	2									
	3									
	Yht.	14,8				14,8	611,5			641,1
YLIVIESKA	1									
	2									
	3									
	Yht.									
HISALMI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
KOKKOLA	1	61,6		7,6	27,1		68,0		38,7	203,0
	2			1,0					4,9	5,9
	3			2,8					14,5	17,3
	Yht.	61,6		11,4	27,1		68,0		58,1	226,2
PIETARSAARI	1	2,5		1,5		1,0	3,3			8,3
	2									
	3									
	Yht.	2,5		1,5		1,0	3,3			8,3
SEINÄJOKI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
VAASA	1	19,8		2,6				21,3		43,7
	2			0,3				2,7		3,0
	3			1,0				8,0		9,0
	Yht.	19,8		3,9				32,0		55,7
KASKINEN	1									
	2									
	3									
	Yht.									
YHT.	1	337,9		70,5	28,2	51,0	697,4	25,3	39,5	1249,8
	2			3,1				2,7	4,9	10,7
	3			9,2				8,0	14,5	31,7
	Yht.	337,9		82,8	28,2	51,0	697,4	36,0	58,9	1292,2

Taulukko 4.12e: VIENTITAVARAVIRRAT: YKSIKÖTAVARA v 1980 (1 000 t)  
(ilman raja-asemia 205 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Valimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj.maait USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1	11,0	39,5	184,5	38,5	150,5	10,5	83,5	30,5	548,5
	2	1,5	4,5	21,5	4,5	15,5	1,0	10,5	4,0	63,0
	3	4,5	12,0	63,5	12,5	40,5	4,0	31,0	10,5	178,5
	Yht.	17,0	56,0	269,5	55,5	206,5	15,5	125,0	45,0	790,0
OULU	1	11,5	11,0	35,0	13,0	103,0	11,5		5,5	191,0
	2	1,5	1,0	3,0	1,0	10,0	1,5		1,0	19,0
	3	3,5	3,0	9,0	2,5	26,5	4,5		1,0	50,0
	Yht.	16,5	15,0	47,0	16,5	140,0	17,5		7,5	260,0
KAJAANI	1	2,5	13,5	63,0	11,5	87,0	4,5	21,5	11,5	215,0
	2	0,5	2,0	7,0	1,5	9,5	0,5	2,5	1,5	25,0
	3	0,5	4,5	21,0	3,0	27,0	2,0	8,0	4,0	70,0
	Yht.	3,5	20,0	91,0	16,0	123,5	7,0	32,0	17,0	310,0
RAAHE	1		56,0	41,0		63,5	166,5	20,0	53,0	400,0
	2		7,0	5,0		8,0	21,0	2,5	6,5	50,0
	3		21,0	15,5		24,0	62,5	7,5	19,5	150,0
	Yht.		84,0	61,5		95,5	250,0	30,0	79,0	600,0
YLIVIESKA	1			2,0		2,0				4,0
	2			0,5		0,5				1,0
	3									
	Yht.			2,5		2,5				5,0
IISALMI	1		1,5	20,5	5,0	19,5	1,5		1,5	49,5
	2			1,5	0,5	1,5			0,5	4,0
	3			3,0	0,5	3,0				6,5
	Yht.		1,5	25,0	6,0	24,0	1,5		2,0	60,0
KOKKOLA	1	5,5	2,5	12,0	3,0	39,5	2,0			64,5
	2	0,5	0,5	1,5	0,5	4,0	0,5			7,5
	3	2,0	1,0	4,5	1,5	13,5	0,5			23,0
	Yht.	8,0	4,0	18,0	5,0	57,0	3,0			95,0
PIETARSAARI	1	8,5	13,0	71,5	14,0	65,0		2,0	14,0	188,0
	2	1,0	1,0	7,0	1,5	6,0		0,5	2,0	19,0
	3	3,5	3,0	21,0	4,5	15,5		0,5	5,0	53,0
	Yht.	13,0	17,0	99,5	20,0	86,5		3,0	21,0	260,0
SEINÄJOKI	1	1,0	3,0	19,0	5,0	30,0	2,5		1,5	62,0
	2		0,5	1,5	0,5	2,5	0,5		0,5	6,0
	3		0,5	4,5	0,5	6,5				12,0
	Yht.	1,0	4,0	25,0	6,0	39,0	3,0		2,0	80,0
VAASA	1			6,5						6,5
	2			1,0						1,0
	3			2,5						2,5
	Yht.			10,0						10,0
KASKINEN	1	1,0	3,0	17,0	4,0	27,5	2,0		1,5	56,0
	2		0,5	1,0	0,5	2,0	0,5			4,5
	3			3,0	0,5	6,0				9,5
	Yht.	1,0	3,5	21,0	5,0	35,5	2,5		1,5	70,0
YHT.	1	41,0	143,0	472,0	94,0	588,0	201,0	122,0	119,0	1785,0
	2	5,0	17,0	50,5	10,5	59,5	25,5	16,0	16,0	200,0
	3	14,0	45,0	147,5	25,5	162,5	73,5	47,0	40,0	555,0
	Yht.	60,0	205,0	670,0	130,0	810,0	300,0	190,0	175,0	2540,0



Taulukko 4.12f: VIENTITAVARAVIRRAT: SELLULOOSA v 1980 (1 000 t)  
(ilman raja-asemia 15 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj. maat USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
KEMI	1	6,0	9,5	21,5	15,5	26,5		7,5	6,5	93,0
	2	1,0	1,0	2,5	2,0	3,5		1,0	1,0	12,0
	3	2,0	4,0	8,0	6,0	10,0		2,5	2,5	35,0
	Yht.	9,0	14,5	32,0	23,5	40,0		11,0	10,0	140,0
KEMIJÄRVI	1	2,0	19,0	15,0	25,0	23,0		1,5	4,5	90,0
	2	0,5	2,5	2,0	3,0	3,0			0,5	11,5
	3	0,5	7,0	6,0	9,5	9,0			1,5	33,5
	Yht.	3,0	28,5	23,0	37,5	35,0		1,5	6,5	135,0
OULU	1	1,0	11,5	42,0	14,5	79,5		4,0	1,0	153,5
	2		1,5	5,0	2,0	10,0		0,5		19,0
	3		4,5	16,0	5,5	30,0		1,5		57,5
	Yht.	1,0	17,5	63,0	22,0	119,5		6,0	1,0	230,0
KAJAANI	1		18,0	11,5	7,5	16,0		4,0	3,5	60,5
	2		2,5	1,5	1,0	2,0		0,5	0,5	8,0
	3		7,0	4,0	2,5	6,0		1,5	1,5	22,5
	Yht.		27,5	17,0	11,0	24,0		6,0	5,5	91,0
PIETARSAARI	1	7,5	30,5	12,0	17,5	35,0		5,0	8,5	116,0
	2	1,0	4,0	1,5	2,0	4,5		0,5	1,0	14,5
	3	2,5	11,5	4,5	6,5	13,0		2,0	3,5	43,5
	Yht.	11,0	46,0	18,0	26,0	52,5		7,5	13,0	174,0
YHT.	1	16,5	88,5	102,0	80,0	180,0		22,0	24,0	513,0
	2	2,5	11,5	12,5	10,0	23,0		2,5	3,0	65,0
	3	5,0	34,0	38,5	30,0	68,0		7,5	9,0	192,0
	Yht.	24,0	134,0	153,0	120,0	271,0		32,0	36,0	770,0

Taulukko 4.12g: VIENTITAVARAVIRRAT: JOUKKOTAVARA v 1980 (1 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska- Belgia	Ranska- Espanja	Englanti	Pohj. maat USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1			29,0		4,0	3,0			36,0
	2			2,0		0,5	0,5			3,0
	3			4,0		1,0	1,0			6,0
	Yht.			35,0		5,5	4,5			45,0
OULU	1	16,0		28,0	10,0		9,0		25,0	88,0
	2	1,0		2,0	1,0		1,0			5,0
	3	2,0		4,0	2,0		2,0			10,0
	Yht.	19,0		34,0	13,0		12,0		25,0	103,0
KAJAANI	1	51,5								51,5
	2	1,5								1,5
	3	3,0								3,0
	Yht.	56,0								56,0
RAAHE	1									
	2									
	3									
	Yht.									
YLIVIESKA	1			50,0						50,0
	2									
	3									
	Yht.			50,0						50,0
IISALMI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
KOKKOLA	1	43,5		72,0	2,0	11,5	14,0			143,0
	2	1,5		4,0		1,0	11,5			8,0
	3	3,0		8,0		2,0	3,0			16,0
	Yht.	48,0		84,0	2,0	14,5	18,5			167,0
PIETARSAARI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
SEINÄJOKI	1	3,5								3,5
	2	0,5								0,5
	3	1,0								1,0
	Yht.	5,0								5,0
VAASA	1	2,0		3,0			9,0			14,0
	2						2,0			2,0
	3						4,0			4,0
	Yht.	2,0		3,0			15,0			20,0
KASKINEN	1			4,0						4,0
	2									
	3									
	Yht.			4,0						4,0
YHT.	1	116,5		186,0	12,0	15,5	35,0		25,0	390,0
	2	4,5		8,0	1,0	1,5	5,0			20,0
	3	9,0		16,0	2,0	3,0	10,0			40,0
	Yht.	130,0		210,0	15,0	20,0	50,0		25,0	450,0



Taulukko 4.12h: TUONTITAVARA VIRRAT: JOUKKOTAVARAT v 1980 (1 000 t)

Lähde: Yrityshaastattelu

Tuotantoalue	Kausi	Itämeri	Välimeri	Tanska - Belgia	Ranska - Espanja	Englanti	Pohj. maat USSR	Amerikka	Kauko- maat	Yht.
LAPPI	1	77,0		6,0		14,0	8,0	5,0		110,0
	2									
	3									
	Yht.	77,0		6,0		14,0	8,0	5,0		110,0
OULU	1	140,0		76,0			11,0			227,0
	2			2,0			3,0			5,0
	3			4,0			4,0			8,0
	Yht.	140,0		82,0			18,0			240,0
KAJAANI	1	90,0				30,0				120,0
	2									
	3									
	Yht.	90,0				30,0				120,0
RAAHE	1	20,0				20,0	842,0			882,0
	2						6,0			6,0
	3						12,0			12,0
	Yht.	20,0				20,0	860,0			900,0
YLIVIESKA	1									
	2									
	3									
	Yht.									
IISALMI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
KOKKOLA	1	70,0		9,0	30,0		75,0		46,0	230,0
	2			2,0					8,0	10,0
	3			4,0					16,0	20,0
	Yht.	70,0		15,0	30,0		75,0		70,0	260,0
PIETARSAARI	1	3,0		2,0		1,0	4,0			10,0
	2									
	3									
	Yht.	3,0		2,0		1,0	4,0			10,0
SEINÄJOKI	1									
	2									
	3									
	Yht.									
VAASA	1	20,0		5,0				21,0		46,0
	2							4,0		4,0
	3							10,0		10,0
	Yht.	20,0		5,0				35,0		60,0
KASKINEN	1									
	2									
	3									
	Yht.									
YHT.	1	420,0		98,0	30,0	65,0	940,0	21,0	46,0	1625,0
	2			4,0			9,0	4,0	8,0	25,0
	3			8,0			16,0	10,0	16,0	50,0
	Yht.	420,0		110,0	30,0	65,0	965,0	40,0	70,0	1700,0

## 5 SATAMASIMULAATTORI

### 5.1 Tavoite

Satamasimulaattorilla tarkoitetaan valtion tietokonekeskuksessa valmistettua tietokoneohjelmaa, jonka avulla pyritään jäljittämään sataman toimintaa, ts luomaan yksinkertaistettu kuva, malli, suomalaisesta satamasta. Simulaattorilla voidaan tutkia sataman toimivuutta erilaisilla

- satamaresursseilla ja
- liikennemäärillä.

Toimivuuden kriteeriä ei tarvitse etukäteen tarkkaan määrittää. Eräänä kriteerinä voitaisiin pitää satamatoiminnasta kuljetusketjun muille osille, varsinkin aluksille, aiheutuvia kustannuksia, joista tärkeimpiä ovat odotuskustannukset. Mallin nykyinen muoto tarjoaa mahdollisuuden tarkastella kustannuksia kokonaisvaltaisemmin, jolloin aluskustannusten lisäksi voidaan ottaa huomioon sataman omat (sekä kiinteät että muuttuvat) kustannukset.

Mikäli mallin kuvaustaso on tarpeeksi tarkka ja mallin tarvitsemat tiedot ovat saatavissa, voidaan kokeilemalla pyrkiä kutakin nykyistä, ennustettua tai suunniteltua liikennettä kohti löytämään se resurssien yhdistelmä, joka minimoi kokonaiskustannukset.

Tiettyä liikennemäärää vastaavan optimisataman rakenteen löytäminen on periaatteessa mahdollista, mutta tällöin on mallin oltava erittäin yksityiskohtainen ja tietojen luotettavia. Vähemmän vaativa tehtävä on laatia malli, jolla saadaan tietoa esim tiettyä liikennettä vastaavan optimisataman kustannuksista.

Kehitetyn simulaattorin päätavoitteena on ollut alunperin sen käyttö kokonaismallin apuna. Kuten tämän tapaisessa suurehkoissa tutkimuksissa usein käy, ovat tavoitteet simulaattorin osalta muuntuneet siten, että käyttö kokonaismallissa on jäänyt lähinnä kvalitatiiviseksi (sen avulla on saatu parempi kuva satamien kustannusten rakenteesta). Pääasiallinen kvantitatiivinen tulos toistaiseksi on seitsemän Pohjois-Suomen sataman nykyisen kapasiteetin määrittäminen.

### 5.2 Satamasimulaattorilla kuvattavat tekijät

Simulaattori on pyritty rakentamaan niin yleiseksi, että sen avulla vain parametreja muuttamalla voitaisiin kuvata erilaisia Suomen satamia. Tästä sekä yllä esitetystä tavoitteen asettelusta johtuu, että kuvaustaso on melko karkea, eikä simulaattorin voi odottaa antavan luotettavaa tietoa esim siitä, miten tiettyä satamaa olisi laajennettava, jotta se pystyisi minimikustannuksin tyydyttämään tulevaisuuden liikennetarpeet.



Seuraavassa on esitetty pääpiirteittäin, mitä tekijöitä simulaattorilla kuvataan:

- 1 Alukset jaetaan tyyppiomaisuuksien perusteella neljään luokkaan:

Luokka	Esiintymis- taajuus (%)	DWT (ton)	Pituus (m)	Syväys (m)	Seisonta- kust (mk/vrk)	Ryhmiä/ laiva (kpl)
1	58,3	1 000	70	4	3 000	3
2	38,9	3 200	85	6	5 700	5
3	2,8	8 500	145	8	12 000	7
(RORO) 4	-	4 500	120	6	7 000	7

Alusten kokoluokitus ja esiintymistäajuuudet on määrätty VTKK:ssa olevan merenkulkuhallituksen ylläpitämän meriliikennerekisterin perusteella. Ne vastaavat koko Pohjois-Suomen satamien keskiarvoa tammi-elokuulta 1970. Neljäs luokka esittää ns roll-on-roll-off (RORO) -aluksia, joiden lastausnopeus on oleellisesti suurempi kuin tavallisilla laivoilla. RORO-alukset voidaan mallissa käsitellä erikseen, mutta tähän mennessä suoritetuissa ajoissa on RORO:t jätetty kokonaan pois (esiintymistäajuus 0 %).

Alusten tavaramäärät (vientituonti) ilmoitetaan täytösuhdejakautumina, jotka ovat eri laivaluokille erilaiset ja jotka on myös saatu samasta meriliikennerekisteristä.

Alusten oletetaan saapuvan satamaan vuorokauden ja viikon ympäri täysin satunnaisesti. Tämä saadaan aikaan siten, että kahden peräkkäisen saapumisen välinen aika otetaan satunnaislukuja käyttäen eksponentiaaliseen jakautumasta, jonka keskiarvo on keskimääräinen saapumisväli. Ne laivat, jotka täten saapuvat työajan ulkopuolella - yöllä tai viikonloppuna -, odottelevat mallissa seuraavaan arkiaamuun asti ennen kuin ne katsotaan saapuneiksi satamaan. Käytännössä tämän menettelyn ei tarvitse merkitä, että laivoja todella saapuisi satamaan öisin tai sunnustaisin, vaan että niitä saapuu eniten aamulla, varsinkin maanantaiaamuina.

Malliin saapuvien alusten luokka määrätään satunnaislukuja käyttäen niin, että saadaan jo taulukon esiintymistäajuuudet. Luokka taas määrää muut ominaisuudet paitsi tavaramäärät, jotka määrätään täytösuhdejakautumista.

- 2 Sataman kautta kulkevan tavaran oletetaan olevan sikäli homogeenista, että lastausteho on vakio (riippuu ainoastaan lastausmenetelmästä, kts alla). Lisäksi malli käsittelee ainoastaan yksikkötavaraa. Tavaran vaatiman varastotilan oletetaan myös olevan vakio tonnia kohti, tavallisilla laivoilla  $2,8 \text{ m}^3/\text{ton}$  ja RORO-laivoilla  $5,6 \text{ m}^3/\text{ton}$ .
- 3 Lastausmenetelmien ja lastauksessa käytettyjen laitteiden vertailuun käytetään lastausteholukua (tonnia



tunnissa/työryhmä). Se on varastolastauksessa 35 ton/ryhmä ja suoralastauksessa (autosta tai vaunusta) 30 ton/ryhmä (RORO 100 ton/ryhmä).

- 4 Sataman rakenne otetaan huomioon jakamalla satama lohkoihin. Lohkoon voi kuulua kolmen syvyisiä laitureita sekä katettuja ja kattamattomia varastoja. Lohkot ovat erillään toisistaan sijaitsevia sataman osia, mikä merkitsee, että jos esim laivan vientitavara on tuotu tietyn lohkon varastoon, niin laivan on lastattava ko lohkon laiturissa.
- 5 Satamaresurssit kuvataan eräänlaisina resurssivarastoina, joiden käyttöä mallissa tarkkaan valvotaan. Tällaisia ovat:

- Laiturit, luokiteltuina syvyytensä mukaan. Laiturimäärä ilmoitetaan metreinä.
- Satamassa olevat varastot, jotka jaetaan kattettuihin ja kattamattomiin. Niiden määrä ilmoitetaan pinta-alana, minkä lisäksi on ilmoitettava efektiivinen lastauskorkeus kateutulle ja kattamattomalle varastolle erikseen. Välitöntä lastausalaa ei huomioida, ts satamasimulaattori ei tarvitse ensinkään välitöntä lastausalaa, mikä saattaa olla puute tiettyissä satamissa, kuten myöhemmin käy ilmi.
- Käytettävissä oleva miestyövoima, jota käsitellään työryhmittäin. Mallilla pystyttäisiin tutkimaan esim vuorotyöhön siirtymisen vaiikutusta. Ylityöt käsitellään myös erikseen. Työryhmän koko RORO- ja tavallisilla laivoilla voi olla eri suuri.
- Käytettävissä oleva lastauskalusto (trukit), jonka määrä ilmoitetaan työryhmää kohti. Määrä voi RORO-aluksilla olla eri suuri kuin tavallisilla.

### 5.3

#### Sataman kustannukset

Sataman kustannuksia laskettaessa malli ottaa huomioon seuraavat kustannuserät (vrt liite 5.1): Laivojen seisontakustannukset, miestyökustannukset, trukit, varastot, laiturit, huolto- ja korjausmenot sekä hallintokustannukset. Seuraavassa tarkempi erittely näiden laskentaperusteista, käytetyt kustannukset on saatu TVH: lta, ellei tekstissä toisin mainita.

- 1 Laivojen seisontakustannukset lasketaan kullekin laivalle erikseen laivan satamassaoloajalta. Satamassaoloaikaan luetaan myös se aika, jona laivaa mahdollisesti lastataan ylitöinä. Jos laiva saapuu satamaan työajan ulkopuolella, niin saapumishetken ja seuraavan arkiaamun välistä aikaa ei lueta seisontaaikaan. Tämä saattaa tehdä seisontakustannuksista systemaattisesti liian pieniä, mutta toisaalta laivat pyrkivät todellisuudessa yleensä välttämään satamaan tu-



loa esim viikonlopun aikana.

Malli tulostaa seisontakustannukset erikseen sataman läpi kulkeneille laivoille ja erikseen niille laivoille, jotka jonottavat laituria satamassa.

- 2 Miestyökustannukset jaetaan normaaliin ja ylityöhön. Normaalityön kustannukset ohjelma laskee ja tulostaa neljällä eri tavalla (vrt liite 5.1) Näistä tapa 2<sup>ni</sup> lienee realistisin. Tämän laskutavan mukaan miehet kiinnitetään aina 8 tunniksi kerrallaan ja tarvittavaksi miesten määräksi otetaan jälkikäteen havaittu maksimitarve kyseisenä 8 tunnin ajanjaksona. Ylityötä tehdään työpäivän päätyttyä, mikäli kaikki seuraavat ehdot ovat yhtäikaa voimassa:

- a) Laiva pystytettäisiin lastaamaan loppuun ennen seuraavaa arkiaamua.
- b) Seisontakustannukset arkiaamuun ovat suuremmat kuin ylityökustannukset.
- c) Miesten kuukausittainen ylityökiintiö ei ole täysi.

- 3 Trukkien kustannukset saadaan trukkien käyttötuntimäärästä olettamalla trukkien käyttökustannuksiksi 25 mk/h.

- 4 Varastokustannukset lasketaan katetuille ja avovarastoille erikseen pinta-alan mukaan siten, että neliömetrin hinta on katetulle varastolle 1,80 mk/h ja avovarastolle 0,30 mk/kk. Katetun varaston hinta sisältää maa-alueen ja rakennusten hinnan (korot ja kuoletukset) sekä rakennusten kunnossapidon.

Varastojen tavaralle vapaana oleva tilavuus saadaan kertomalla pinta-alat "efektiivisellä pakkauskorkeudella", joka on katetulle varastolle 3 m ja avovarastolle 1 m. Näihin lukuihin on päädytty olettamalla pakkauskorkeudeksi sisällä 5 m ja ulkona 2 m sekä käytävien vaatimaksi pinta-alaksi sisällä 40 % ja ulkona 50 % koko pinta-alasta.

- 5 Laiturikustannukset lasketaan erikseen eri syvyisille laitureille. Kustannukset muodostuvat seuraavasti:

Laiturin pääoma-arvo (jälleenhankinta-arvo) lasketaan lausekkeesta

$$2\ 200 + 220 \cdot d^{1.7} \text{ mk/pituusmetri,}$$

missä d on laiturissa käyvien laivojen maksimisyväys metreinä. Kaava on saatu vuodelle 1967 tehdystä kaavasta (ks viite/5.1) lisäämällä siihen 10 %. Kuoletusajaksi otetaan 33 vuotta ja koroksi 6 %, mikä lasketaan puolelle alkupääomasta. Näin päädytään laiturikustannuksiin, jotka ovat vuodessa 6 % pääoma-arvosta.



- 6 Sataman korjaus- ja kunnossapitomenot (huoltomenot) on arvioitu satamittain Satamaliiton tilastoista vuosille 1965-69 ja oletettu verrannolliseksi sataman kokonaisliikenteeseen, kun tästä on ensin vähennetty öljyliikenne.
- 7 Hallintokustannukset on oletettu 10 %:ksi sataman kokonaismenoista, kun alusten seisontakustannuksia ei huomioida.
- 8 Lopuksi malli tulostaa sataman kokonaiskustannukset, jotka saadaan neljällä eri tavalla riippuen siitä, miten miestyökustannukset on laskettu.

Useimmat yllä mainituista laskentaperusteista ovat mallissa helposti muutettavissa.

#### 5.4

##### Simuloinnin looginen kulku

Seuraavassa on pääpiirteittäinen selostus mallin toimintaperiaatteesta "normaalikielellä" esitettynä. Liitteessä 5.2 on yksityiskohtaisempi kulkukaavio.

Tulossa olevasta laivasta saadaan tieto 4 vrk ennen laivan satamaan tuloa. Mikäli laivalla on tuontilastia (joka lastataan aina varaston kautta) tai varastoa vaativaa vientilastia, etsitään näille jatkuvasti varastoa, kunnes joko löydetään sopiva varasto, jossa on tilaa tai kunnes laiva saapuu satamaan. Jos varastotilaa löytyy ennen laivan satamaan tuloa, varataan lastille tila. Vientilastin ollessa kyseessä tämän voi tulkita siten, että tavara todella tuodaan varastoon, tuonnin osalta on lähinnä kyse tilan varaamisesta. Malli ei tee eroa näiden tapausten välillä, vaan rekisteröi molemmissa tapauksissa varaston olevan käytössä.

Laivan viennistä lastataan aina osa (vähintään 25 %) suoralastauksena. Varastoa haetaan joko tuonnille tai varastoviennille riippuen siitä, kumpi näistä on suurempi. Mikäli laivan tullessa satamaan ei vielä ole löytynyt varastoviennille varastoa, muutetaan vienti suoralastattavaksi ja koetetaan vielä kerran löytää varastoa tuontilastille. Mikäli tuontilastille ei ole löytynyt varastoa laivan tultua satamaan, muutetaan varastointitapa avovarastoinniksi tuonnin osalta, jolloin yleensä aina löytyy varastoa. Tämä ei ehkä aivan vastaa todellisuutta, mutta Pohjois-Suomessa on tuonti niin pientä, että nämä tapaukset jäävät kokemuksen mukaan hyvin harvinaisiksi.

Kun laiva on saapunut satamaan, sille etsitään sopiva laituri. Varastolastauslaivat saattavat lastata ainoastaan siinä lohkossa, jonka varastossa niiden lasti on (tai johon niiden tuonnille on varattu tilaa). Suoralastauslaivoilla ei ole tällaista rajoitusta, joten ne voivat lastata missä tahansa paitsi RORO-laivoille tarkoitettussa lohkossa.

Mikäli laivalle ei löydetä vapaana olevaa sopivan syvistä ja oikeassa lohkossa sijaitsevaa laituria, se



ohjataan redille jonoon odottamaan sopivan laituri-paikan vapautumista.

Laivan saavuttua laituriin aloitetaan laivan ahtaus, mikäli miehiä on vapaana. Lastauskalustoa (trukkeja) oletetaan aina olevan tarpeeksi, mutta sen käytöstä pidetään kirjaa. Miehiä käsitellään ryhmittäin. Ryhmän suuruus vaihtelee eri satamissa. Trukkeja käytetään tietty määrä ryhmää kohti.

Mikäli ryhmiä ei ole vapaana laivatyypistä riippuvaa nimellismäärää, ottaa malli käyttöön niin monta ryhmää kuin on vapaana ja alkaa lastata vajaalla teholla. Tällöin malli kuitenkin tarkistaa jatkuvasti, onko ryhmiä saatavissa lisää ja täydentää miehitystä heti, kun se on mahdollista.

Tuonti- ja vientilastit käsitellään mallissa peräkkäin siten, että ensin puretaan mahdollinen tuonti ja sen jälkeen lastataan vienti. Käytännössä nämä tapahtuvat ainakin osittain yhtäikaa. Pohjois-Suomen tapauksessa asialla ei ole kovin paljon merkitystä, koska tuonti on yksikkötavaran osalta alle 10 % viennistä.

Mikäli lastausta ei saada työpäivän kuluessa suoritettua, tutkitaan illalla kannattaako lastausta jatkaa ylittöinä. Ne olosuhteet, joissa ylittöitä tehdään, on esitetty kohdassa 5.3. Mikäli ylittöitä ei tehdä, jatketaan lastausta seuraavana arkiaamuna.

Kun laiva on saatu lastattua se ohjataan pois mallista ja taulukoidaan siihen liittyviä suureita (viipymisaika satamassa, seisonnakustannukset, koko jne). Tuontilastia pidetään varastossa vielä 4 vrk, jonka jälkeen sen vaatima tila vapautetaan. Aina kun laiva lähtee laiturista, tarkistetaan samalla, onko laituria jonottavissa laivoissa yhtään sellaista, jolle tämä laituri soveltuu. Mikäli tällainen laiva löytyy, se ohjataan vapautuneeseen laituriin. Tarkistuksen malli suorittaa kahdesti kutakin lähtevää laivaa kohti, sillä ison laivan tilalle voi mahtua kaksi pientä.

Epärealistisimpia piirteitä mallissa on, että sen toimintaa ei voi rajoittaa varastojen (ainakaan katettujen) pienuus. Aikaisemmassa versiossa ne laivat, joille satamaan tullessa ei ollut löytynyt lastia, ohjattiin pois ja taulukoitiin. Tämä johti kuitenkin aivan epärealistisen pieniin kapasiteetteihin olemassa olevien satamien osalta, koska malli ei pystynyt yhtää joustamaan, vaan esim vientitavara pyrittiin aina viemään varastoon 4 vrk ennen laivan satamaan tuloa. Käytännössä tähän varastossaoloaikoja pienennetään, jos liikenne satamassa pyrkii ruuhkautumaan. Laivojen ohjaamisesta pois on sekin haitta, että laivoille siitä aiheutuneita kustannuksia on vaikea arvioida.

Todennäköisesti malli on tällaisenaan liian joustava, ts se johtaa liian suuriin kapasiteetteihin, mutta tätä on vaikea korjata näin yksinkertaisella mallilla. Parempaan tulokseen pääsemiseksi olisi ilmeisesti asetettava koko malli uudelle pohjalle. Tällöin olisi



todennäköisesti vähennettävä mallin yleisyyttä ja seurattava tarkemmin laivan kulkua satamassa, esim vähän siihen tapaan kuin viitteessä /5.4/ on tehty. Lähtötietojen tulisi myös olla tarkempia.

Toinen kieltämättä heikko kohta mallissa on se, ettei se ota huomioon välittömän lastausalan tarvetta. Nykyiselle pohjalle rakennetussa mallissa tämä olisikin ollut melko vaikeaa.

## 5.5

Eräiden olemassa olevien Pohjois-Suomen satamien kapasiteetti

Simulaattorin kokeilemiseksi ja sillä saatujen tulosten järjestyksen määrittämiseksi tutkittiin seuraavia Pohjois-Suomen satamia: Kaskinen, Vaasa, Pietarsaari, Kokkola, Oulu, Ajos (Kemi) ja Ajos + Veitsiluoto (Kemi). Oheisessa taulukossa on esitetty satamien mallissa käytetyt resurssit:

Satama no	Sataman nimi	Lohkoja (kpl)	Katettua varastoa (m <sup>2</sup> )	Avovara- rastoa (m <sup>2</sup> )	Matalaa laituria (m)	Keskis laituria (m)	Syvää laituria (m)	Miehiä käytössä (kpl)	Työ-ryhmän koko	Varastoviennin osuus %-viennistä
1	Kaskinen	2	51 000	182 000	560 (7,0) <sup>*)</sup>	145 (8,2) <sup>*)</sup>	-	156	13	50
2	Vaasa	1	1 600	111 000	-	960 (8,0)	-	154	14	20
3	Pietarsaari	1	7 475	61 900	130 (3,0)	375 (5,5)	345 (8,2)	209	11	75
4	Kokkola	1	1 080	400 000	334 (6,5)	137 (8,5)	466 (10,3)	252	14	20
5	Oulu	5	32 665	174 350	2 609 (6,7)	-	250 (9,3)	408	12	70
6	Ajos (Kemi)	1	13 100	97 500	415 (6,0)	398 (8,0)	245 (9,5)	407	11	75
7	Ajos + Veitsiluoto (Kemi)	2	51 100	125 400	990 (6,0)	398 (8,0)	245 (9,5)	550	11	75

\*) Suluissa laiturien syvyydet metreinä

Liikenteen oletettiin olevan joka satamassa samantyyppistä (ks 5.2). Useimmat satamasta riippumattomista syöttötiedoista on lueteltu edellä, seuraavassa vielä muutama:

- ryhmän kalusto: 2 trukkia
- ahtaajien keskim tuntipalkka: 7,50 mk/h
- sallittu ylitysmäärä 28 h/mies/kk
- työviikko = 6 x 8 tuntia (siis myös lauantaina 8 h).

Tiedot perustuvat TVH:lta saatuihin tietoihin, miesten maksimimäärä on sama kuin vuonna 1969 esiintyneet maksimimäärät (viite /5.2/).

Kullekin satamalle suoritettiin useita ajoja pitäen



resurssit vakioina ja vaihdellen liikennemäärää. Yksi ajo koostui "lämmittelyajanjaksosta" ja kahdesta tai useammasta havaintoajanjaksosta. Ajon alussa mallissa ei ole yhtään laivaa ja lämmittelyvaihe tarvitaan, jotta liikenne pääsee jatkuvaan tilaan, ts täyteen mittaansa - kunkin ajon tarkoituksena on nimenomaan mitata tasapainotilanne ko liikenteellä. Lämmittelyvaiheen jälkeen seuraavat varsinaiset havaintovälit, joiden pituus mitoitettiin liikenteen mukaan siten, että kunakin havaintovälinä satamaan saapui keskim n 100 laivaa. Peräkkäisiä havaintovälejä oli useampia toisaalta sen takia, että saataisiin käsitys tulosten tilastollisesta hajonnasta sekä toisaalta, jotta nähtäisiin, onko "lämmittelyväli" ollut tarpeeksi pitkä.

Liitteessä 5.3 on esitetty ajojen tulokset satamittain ja selostettu samalla liitteen kuvioiden merkintöjä. Kuvioista näkyy, että kun liikenne kasvaa, kasvavat kustannukset hyvin jyrkästi. Itse asiassa, kun satamaan saapuvien laivojen määrä kasvaa tietyn rajan yli, alkavat jonot kasvaa tasaisella nopeudella ja myös kustannukset peräkkäisinä havaintoajanjaksoina kasvavat rajatta.

Simulaattorin tulostuksesta saadaan tietoja eri resursien käytöstä havaintoajalta, mm varastojen keskimääräinen käyttöaste, maksimisisältö jne. Näistä tiedoista voidaan päätellä, mikä resurssi on sataman toiminnan kannalta kriittisin. Tässä tapauksessa ovat vaihtoehtoina lähinnä varastot, laiturit ja miehet, koska välitöntä lastausalaa ei huomioida ja trukkeja oletetaan olevan tarpeeksi. Varastotkaan eivät mallin mukaan voi rajoittaa sataman kapasiteettia, mutta varastojen kuormitusaste näkyy kyllä tarvittaessa tuloksista.

Seuraavassa taulukossa on esitetty liitteen 5.3 kuvioista lasketut eri satamien kapasiteetit. Mukaan on myös vertailun vuoksi otettu eräät aikaisemmat arviot

SATAMA	Kapasiteetti simuloinnin mukaan 1 000 ton/kk	Kriittinen resurssi	Kapasiteetti viitteen /5.3/ mukaan 1 000 ton/kk	Kriittinen resurssi
Kaskinen	90 (210) <sup>*)</sup>	Miehet (Laiturit) <sup>*)</sup>	100	Laiturit
Vaasa	70 (80)	Miehet (Varastot)	100 (145)	Maa-alue (Laiturit)
Pietarsaari	110	Miehet	45 (100)	Maa-alue (Laiturit)
Kokkola	125	Miehet	100 (210)	Maa-alue (Laiturit)
Oulu	250	Miehet	260	Maa-alue + laiturit
Ajos (Kemi)	230	Laiturit	210	Laiturit
Ajos + Veitsiluoto (Kemi)	300	Laiturit	-	-

\*) Suluissa olevat kapasiteetti-arviot on tehty lisäämällä kriittiseksi osoittautunutta resurssia niin paljon, ettei se enää ole kriittinen. Uusi kriittinen resurssi on myös ilmoitettu suluissa.



Tuloksia arvioitaessa kiintyy huomio siihen, että miesten määrä on useimmissa satamissa rajoittavana tekijänä - miesten maksimimääränään käytettiin tähän saakka esiintynyttä maksimia. Jotta saataisiin kuva siitä kuinka paljon työvoimarajoituksen poistaminen lisäisi satamankapasiteettia, ajettiin Kaskisten satama uudelleen siten, että työvoimaa oli rajattomasti käytössä. Tulokset on esitetty samassa kuvassa kuin rajoituksen kanssa mitatut käyrät. Kuvasta näkyy, että työvoiman lisääminen lisäsi kapasiteettia yli kaksinkertaiseksi (90 000 ton/kk  $\rightarrow$  210 000 ton/kk). Miesten maksimimäärä asetui rajoituksen poistuttua 377:ksi, enempää ei mahtunut kerralla työskentelemään satamassa. Ero vaikuttaa kyllä yllättävän suurelta varsinkin, jos vertaa arvioituun kapasiteettiin (PSST).

Mitä tulee mallin vaatimiin tietokoneresursseihin, niin yhden kuvioissa esiintyvän pisteen laskeminen (n 100 laivaa) vei IBM 360/50 -tietokoneelta aikaa n 0.03-0.06 tuntia ja vaati hiukan alle 88 kilotavua muistia.

## 5.6

### Yhteenveto

Satama on tutkimuskohteena erittäin monimutkainen, viitteen /5.4/ mukaan "suursatamalle vetävät monimutkaisuudessa vertoja ainoastaan muutamat maailman suurimmista yhtiöistä" - tässä tutkitut satamat eivät tosin ole yo mielessä "suursatamia". Jotta monimutkaisesta kokonaisuudesta voisi saada jotain lainalaisuuksia selville, on luonnollisesti tehtävä yksinkertaistuksia. Tässä tapauksessa on kyseessä ollut simulointimenetelmän kokeilu sataman toiminnan analysointiin. Yksinkertaistukset ovat olleet melko radikaaleja. Uuden menetelmän soveltamisessa ei kuitenkaan kannata lähteä liikkeelle liian monimutkaisesta mallista.

Mallin yksityiskohtaisuutta rajoittaa nykyisellään myös lähtötiedon karkeus - ei kannata ottaa malliin kuvattavaksi sellaisia yksityiskohtia, mistä ei ole saatavissa luotettavaa tietoa.

Se, että malli tehdyistä yksinkertaistuksista huolimatta on antanut niinkin todellisuutta vastaavia tuloksia, on osoitus simulointimenetelmän käyttökelpoisuudesta satamia tutkittaessa.

Satamasimulaattori kuvaa verrattain hyvin sataman toimivuuteen liittyviä tekijöitä. Simulaattorin avulla ei sen sijaan voitu luotettavasti selvittää kokonaismallin tarvitsemaa kustannusriippuvuutta, koska laskelmiin saadut kustannusten komponentit ovat epävarmat. Mielenkiintoisin tulos lienee se, että kustannuskäyrä (mk/ton) liikenteen määrän funktiona sisältää varsinkin suuremmilla satamilla (esim Oulu) pitkän vaakasuoran osan, "tasanteen". Kummallakin puolella tasannetta (varsinkin ylä-) kustannukset kasvavat melko jyrkästi.



\*\*\*\*\*

# K U S T A N N U S T I E D O T

78

KUSTANNUKSET LAPI MEN-  
KOKO SIMU- NYTTA TA-  
LOINTIAJALTA VARAM. KOHTI  
(MK) (MK/1000 TCN)

## S E L I T Y K S E T

SEISONTAKUSTANNUKSET:		
215049	2028.36	- LAPI MENNEILTÄ LAIVOILTA
	00	- SATAMASSA ODOTTAVILTA LAIVOILTA (USER'S CHAIN 1)
MIESTYÖKUSTANNUKSET (TUNTIPALKKA 7.50 MK)		
1	211680	1996.58
2*	287280	2709.65
3	1995840	18824.94
4	6168960	58186.20
	52544	495.59
100800	950.75	
TRUKKIEN KUSTANNUKSET (25.00 MK/H)		
VARASTOKUSTANNUKSET		
231084	2179.60	- KATETUT VARASTOT, 6 P/M**2/VRK, PAKKAUSKORKEUS 3.0 M
286524	2702.52	- AVO-VARASTOT, 1 P/M**2/VRK, PAKKAUSKORKEUS 1.0 M
LAITURIKUSTANNUKSET		
136758	1289.91	- Matala laiturit ( 34 MK/PITUUS-M/KK) 415 M
189019	1782.84	- Keskis. laiturit ( 49 MK/PITUUS-M/KK) 398 M
147226	1388.64	- Syvä laiturit ( 62 MK/PITUUS-M/KK) 245 M
473003	4461.40	LAITURIT YHTEENSÄ
48769	460.0	
SATAMAN HUOLTOMENOT (ARVIOITU SATAMALIITON TILASTOISTA)		
148000	1395.94	
HALLINTOKUSTANNUKSET ( 10 % SATAMAKUSTANNUKSISTA ILMAN LAIVAKUST.)		
EDELLISET KUSTANNUKSET YHTEENSÄ:		
1	1718848	16212.32
2	1794448	16925.39
3*	2503008	33040.69
4*	7676128	72401.95
		- MIESTYÖ 1*
		- MIESTYÖ 2*
		- MIESTYÖ 3*
		- MIESTYÖ 4*

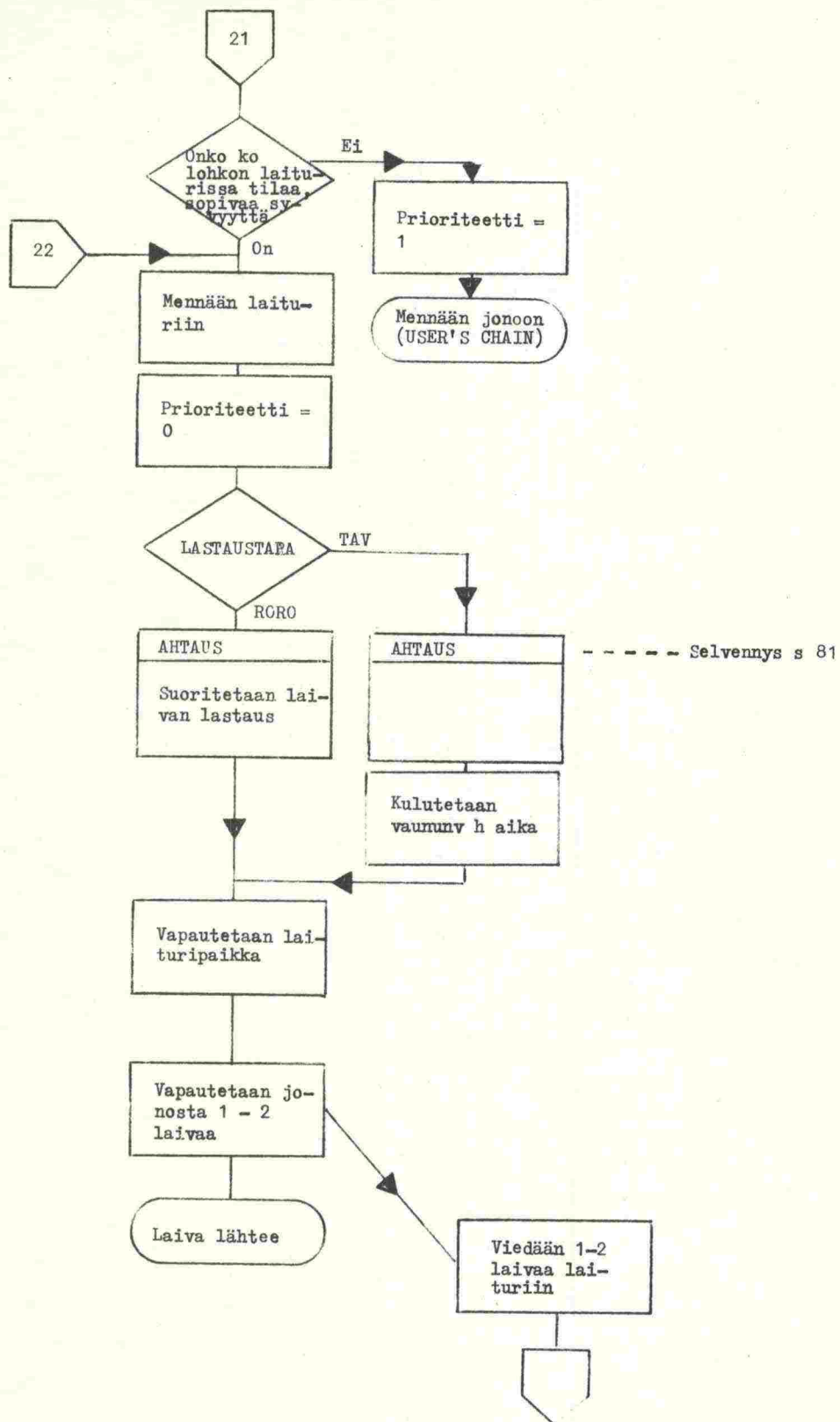
LITTE 5.1

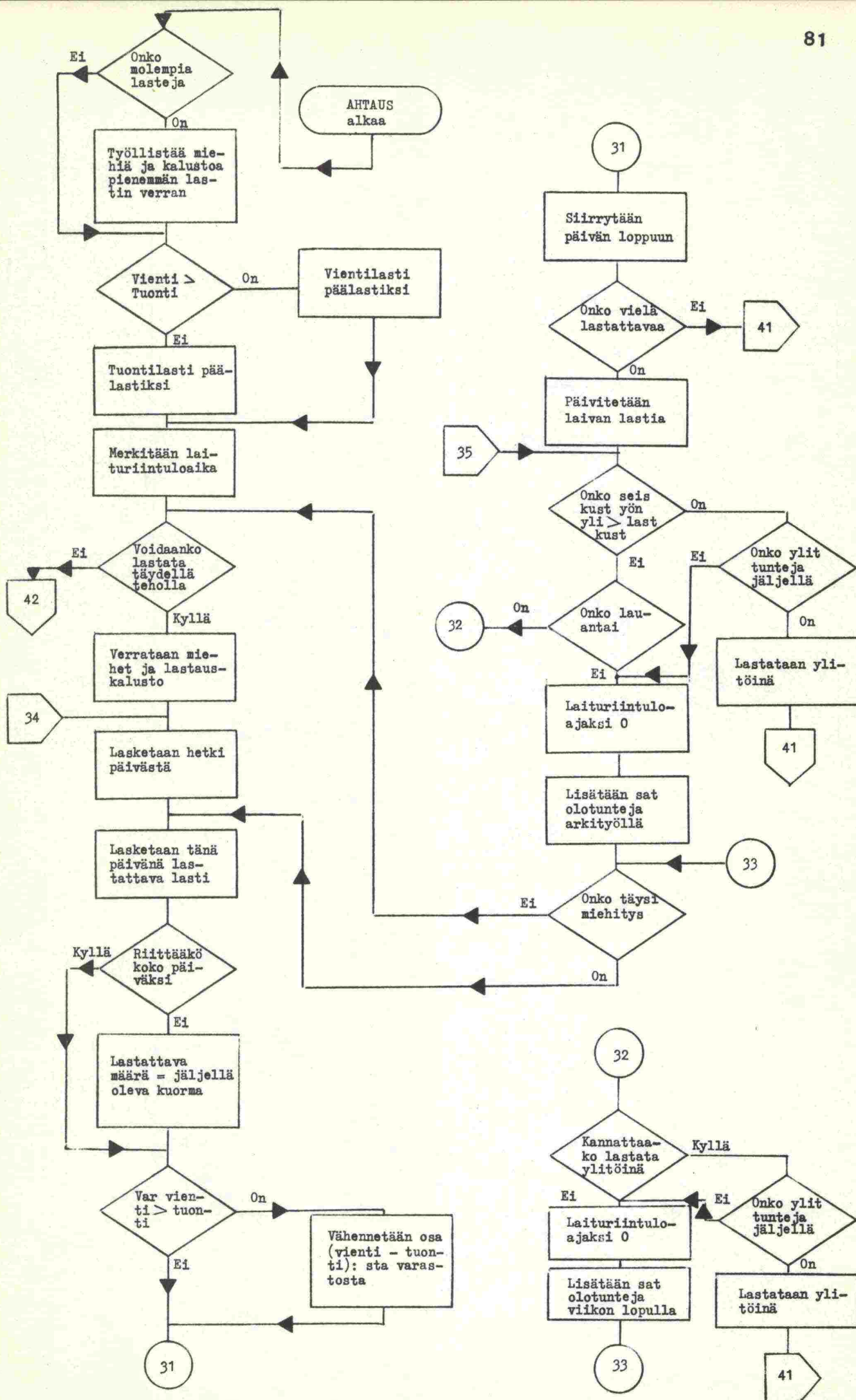
2\*

HUOM: 1\*...4\* TARKOITTAVAT VAIHTOEHTOISIA PALKANLASKUPERUSTEITA

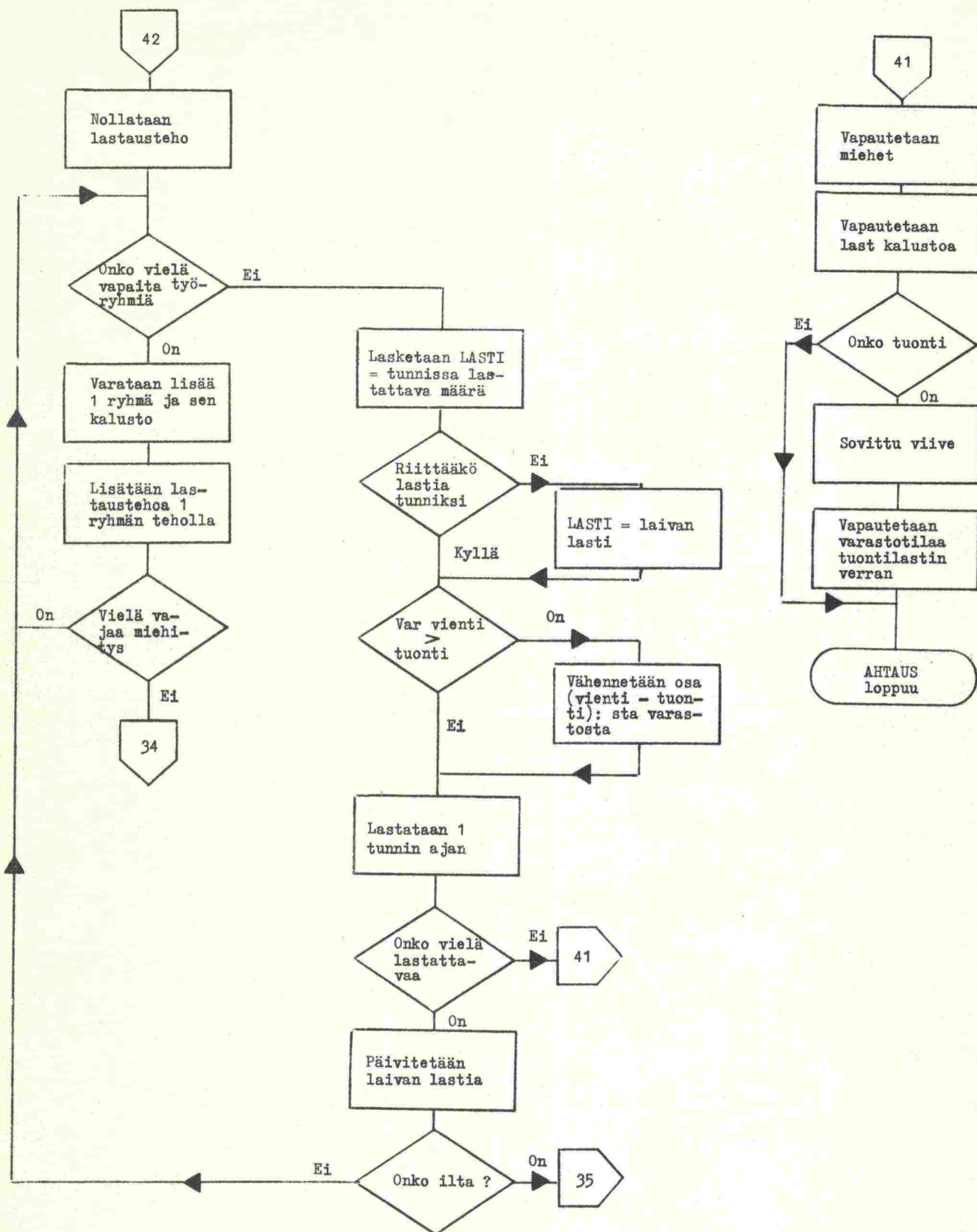












## ERÄIDEN SATAMIEN KUSTANNUKSET LIIKENTEEN MÄÄRÄN FUNKTIONA

Seuraavassa on tulokset kohdassa 5.5 lueteltuja satamia koskevista ajoista. Kuviot kaivannevat jonkin verran selvityksiä:

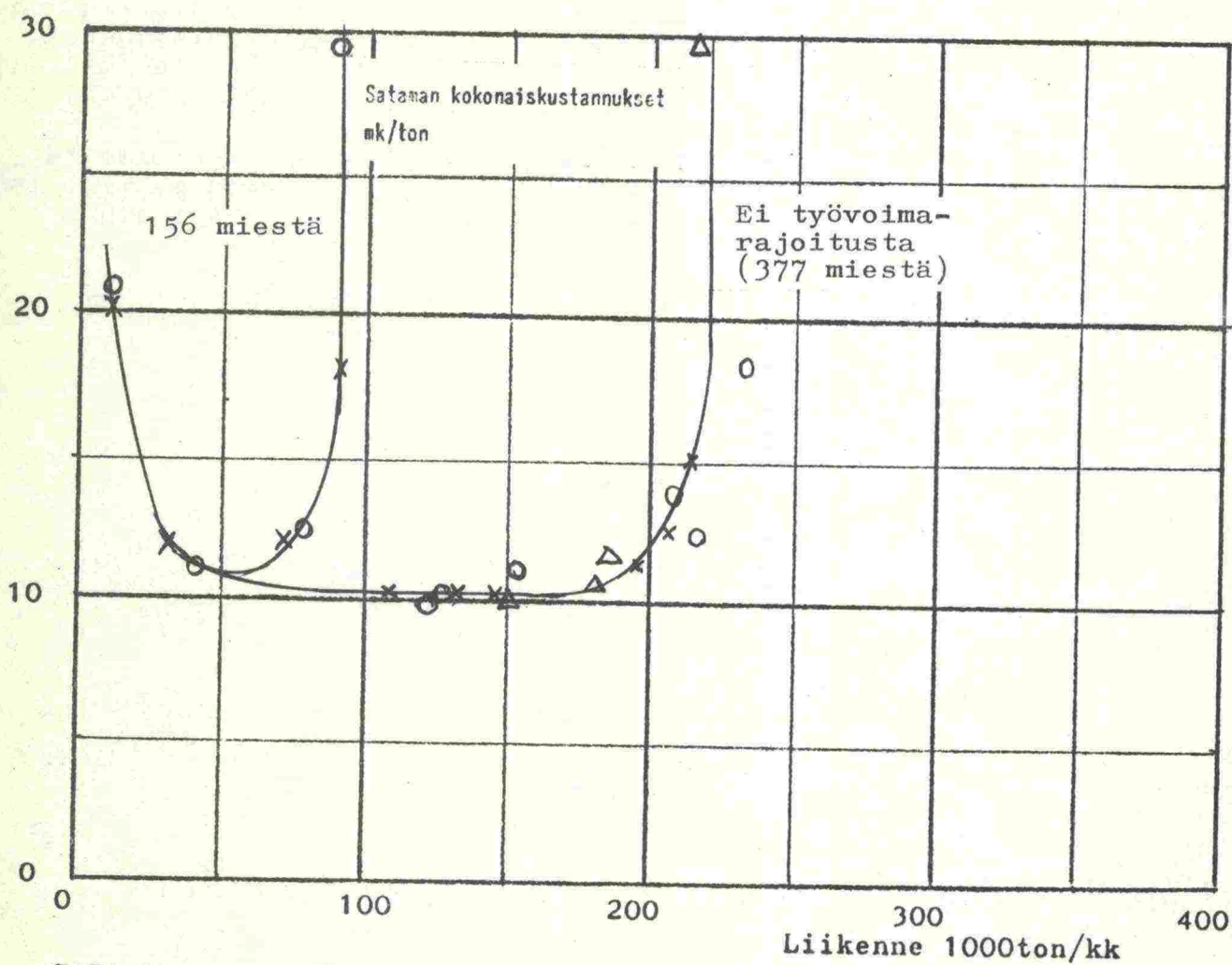
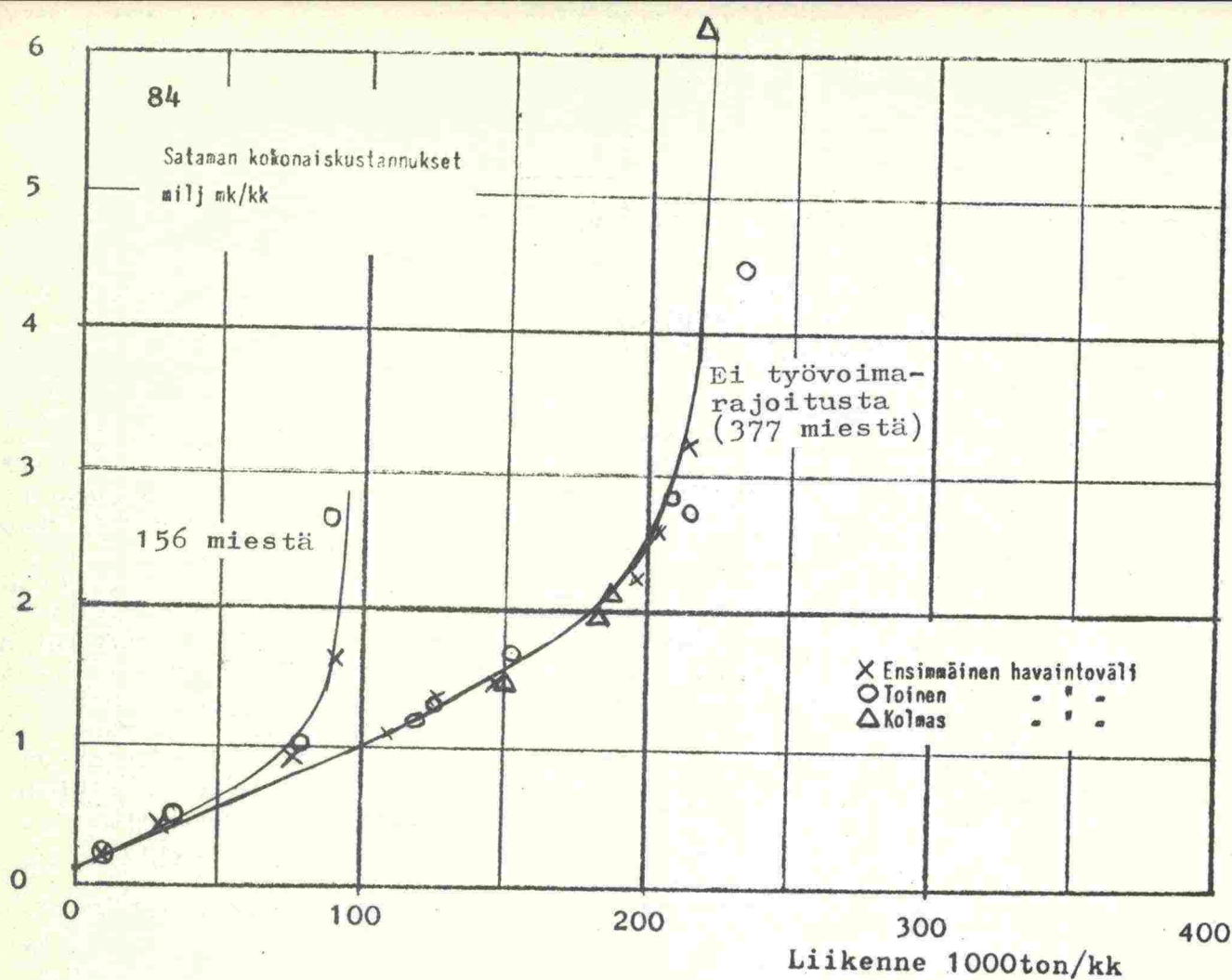
Liikenne tarkoittaa ko havaintovälillä sataman läpi kulkeneen tavarantoiminnan määrää (satamasta poistuneiden laivojen viennin ja tuonnin) laskettuna kuukautta kohti. Se on siis samallakin liikenteellä (samassa ajossa) satunnaisuus, joka voi vaihdella voimakkaasti riippuen siitä, millaisia laivoja ja kuinka monta ko havaintovälillä on sataman kautta kulkenut. Se, että vaakaa-akselille on merkitty nimenomaan toteutunut liikenne, on omiaan tavallaan vähentämään tuloksista erään satunnaistekijän. Toinen menettely olisi ollut se, että vaakaa-akselille olisi merkitty satamaan saapuvien laivojen edustama keskimääräinen liikenne, jolloin saman ajan eri havaintovälien pisteet olisivat asettuneet samalle pystysuoralle viivalle. Näin määritellyllä liikenteellä olisi toisaalta ollut sekin haitta, että se olisi voinut kasvaa rajatta.

Havaintoväli-käsitettä on selitetty tarkemmin kohdassa 5.5.

Sataman kokonaiskustannusten lasku on selostettu kohdassa 5.3. Ylempässä kuvassa esitetyt kustannukset (mk/kk) saadaan alemman kuvan kustannuksista (mk/ton) kertomalla ne toteutuneella liikenteellä (ton/kk).

Kaskisen satamalle on suoritettu ajoja kahdella tavalla, toisessa tapauksessa oli työvoiman maksimi 156 miestä, toisessa oli työvoimarajoitus poistettu (ks 5.5).





SATAMA: Kaskinen

6

5

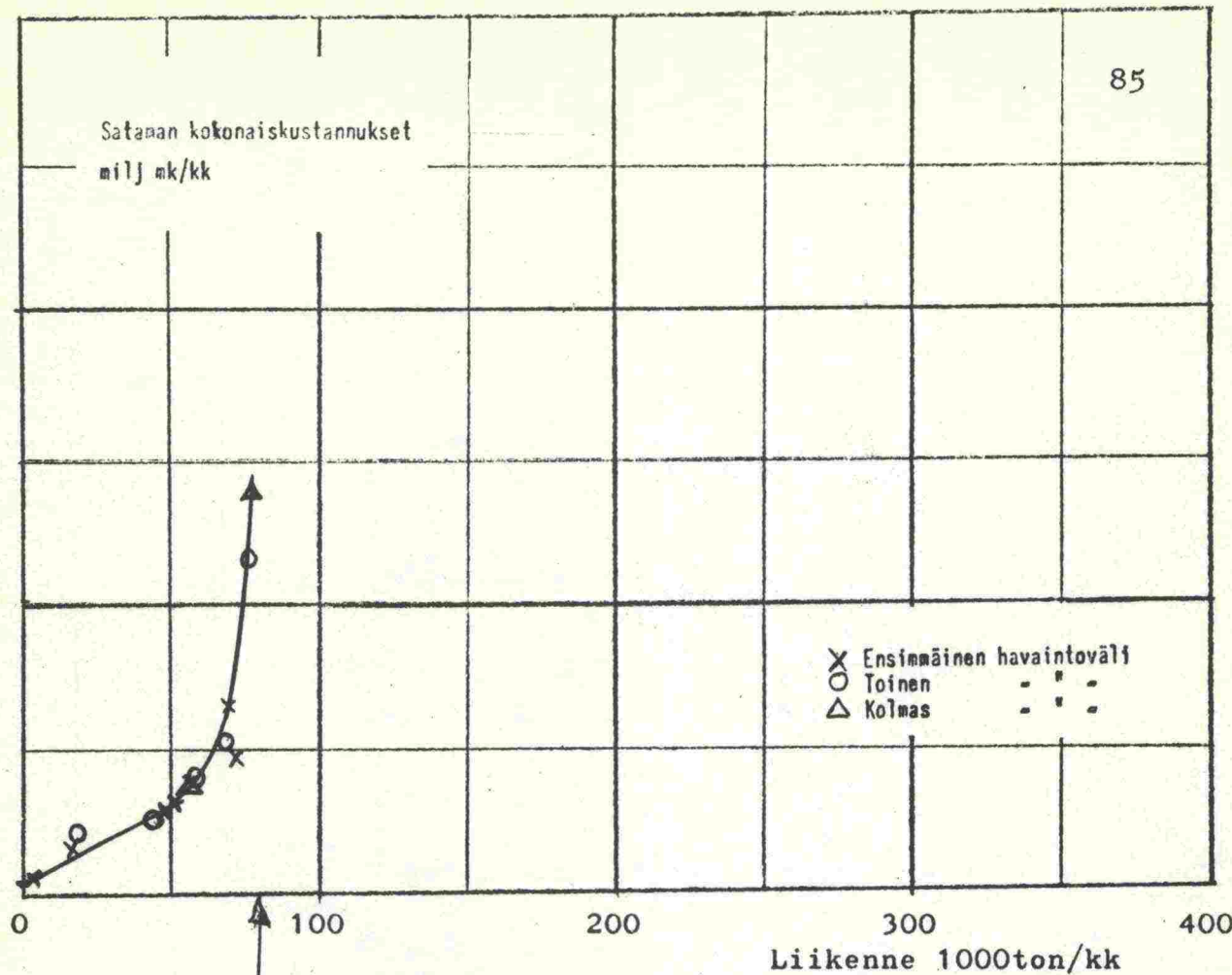
4

3

2

1

0

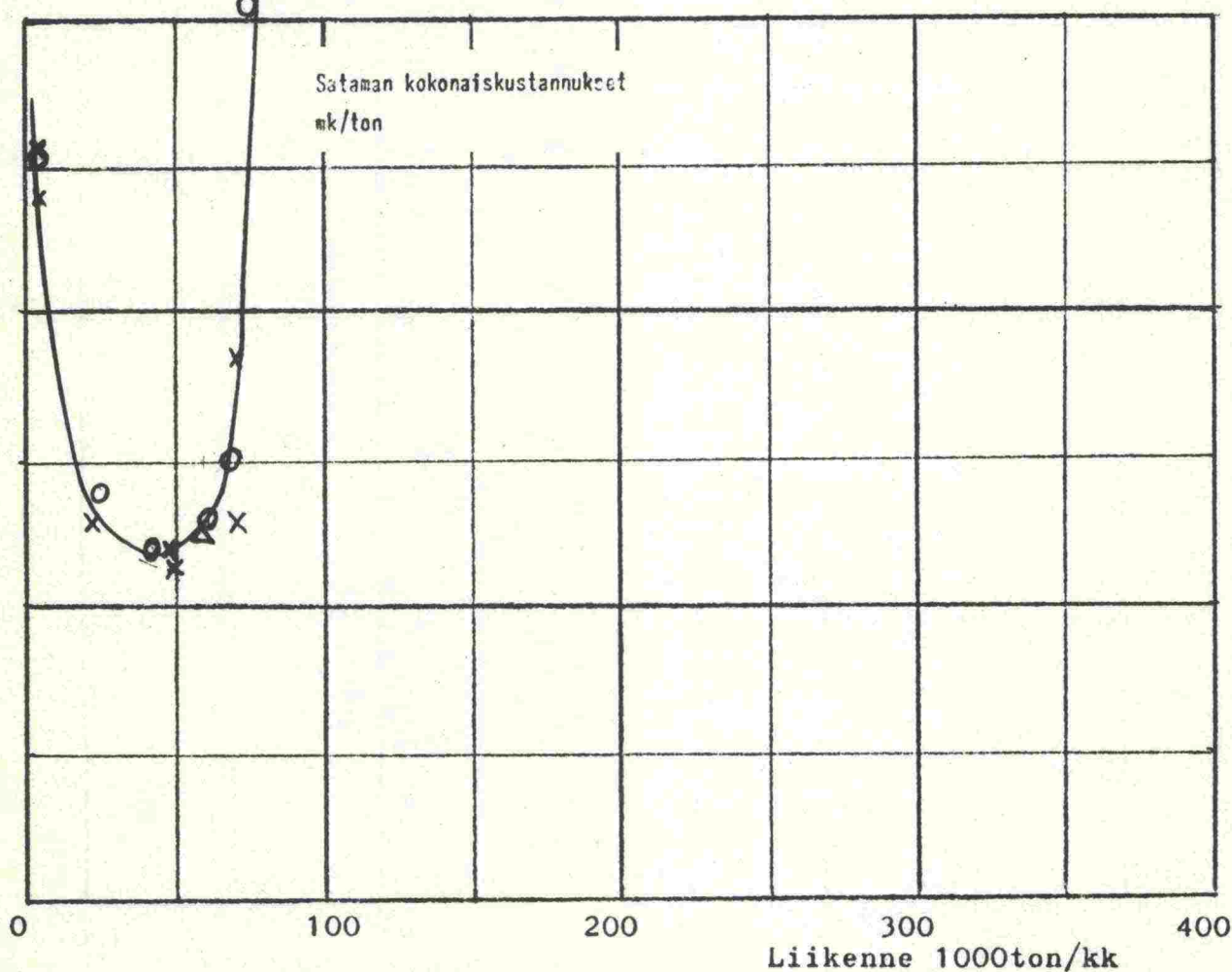


30

20

10

0



SATAMA:

Vaasa



6

86

Sataman kokonaiskustannukset  
mlj mk/kk

5

4

3

2

1

0

0 100 200 300 400  
Liikenne 1000ton/kk

X Ensimmäinen havaintoväli  
O Toinen  
Δ Kolmas

30

Sataman kokonaiskustannukset  
mk/ton

20

10

0

0 100 200 300 400  
Liikenne 1000ton/kk

SATAMA: Pietarsaari

Sataman kokonaiskustannukset  
milj mk/kk

4

3

2

1

0

X Ensimmäinen havaintoväli  
O Toinen  
Δ Kolmas

0 100 200 300 400  
Liikenne 1000ton/kk

30

Sataman kokonaiskustannukset  
mk/ton

20

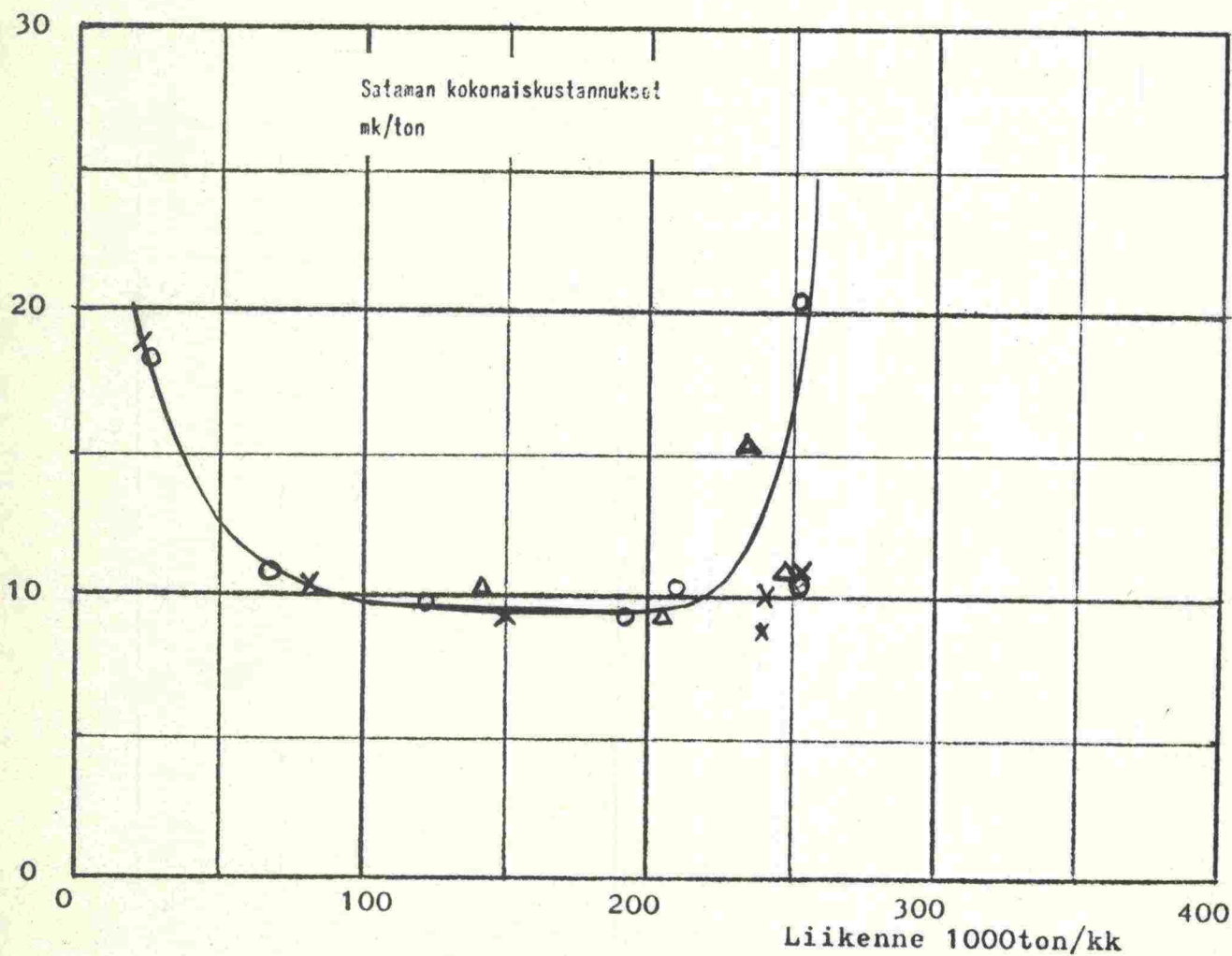
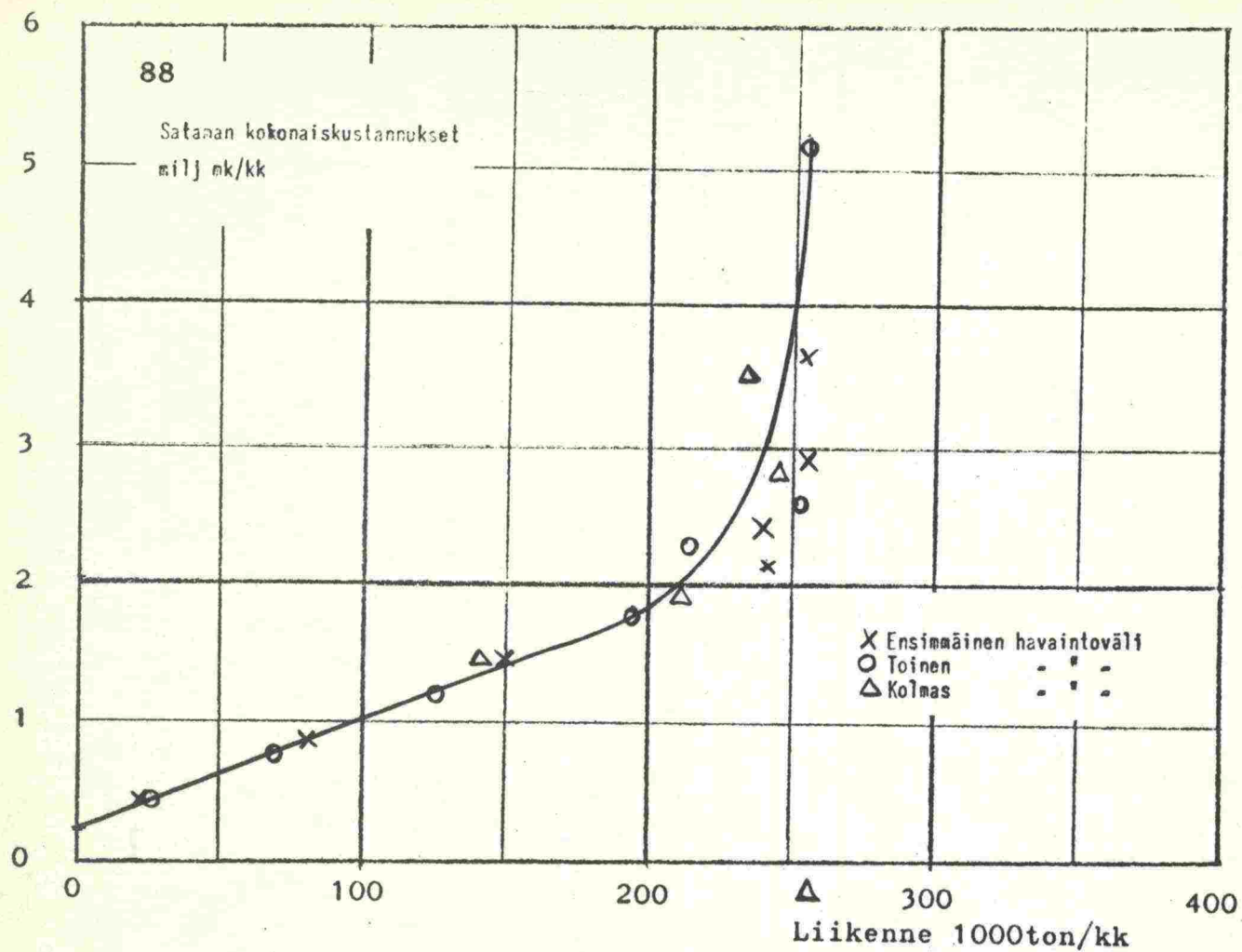
10

0

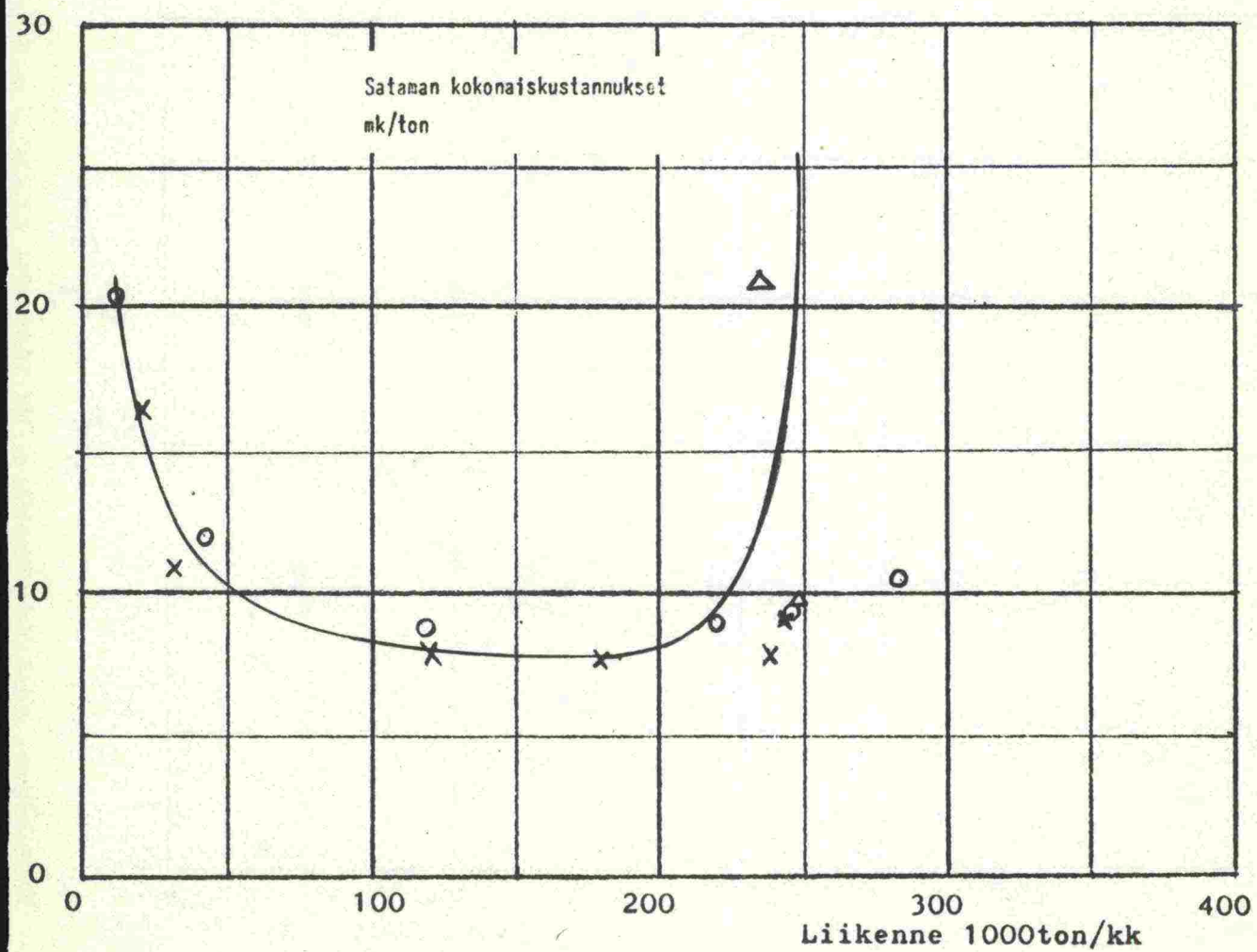
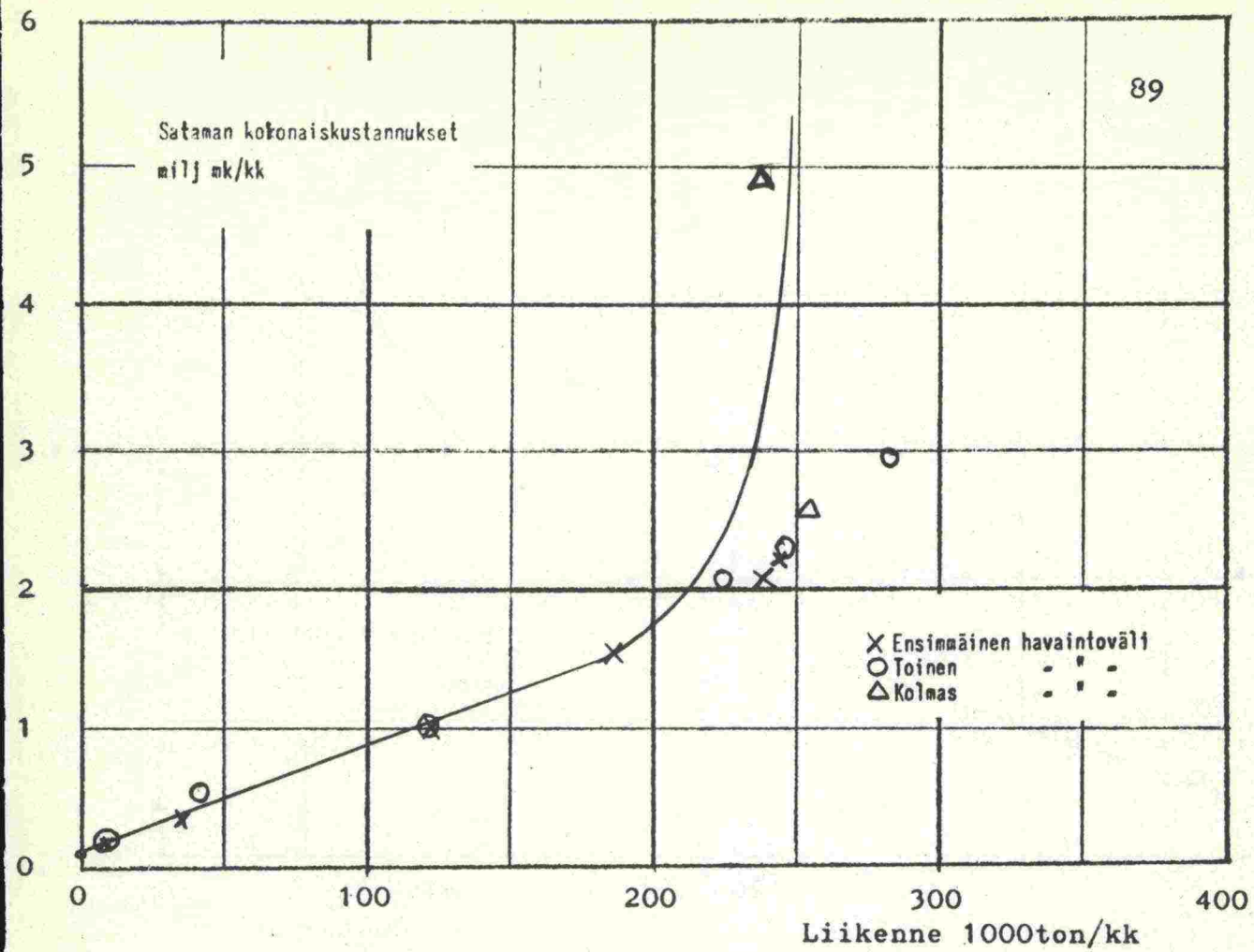
0 100 200 300 400  
Liikenne 1000ton/kk

SATAMA: Kokkola



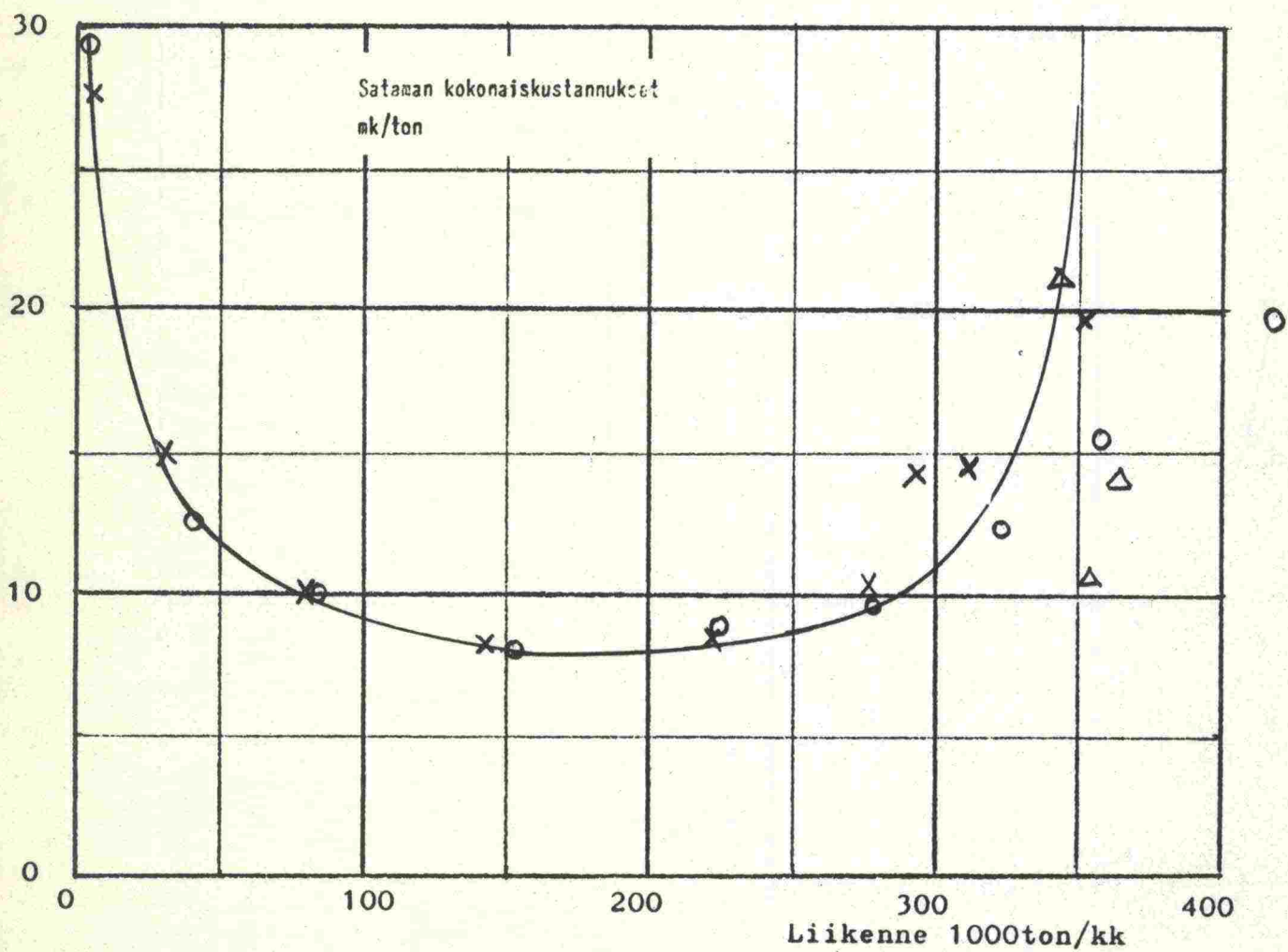
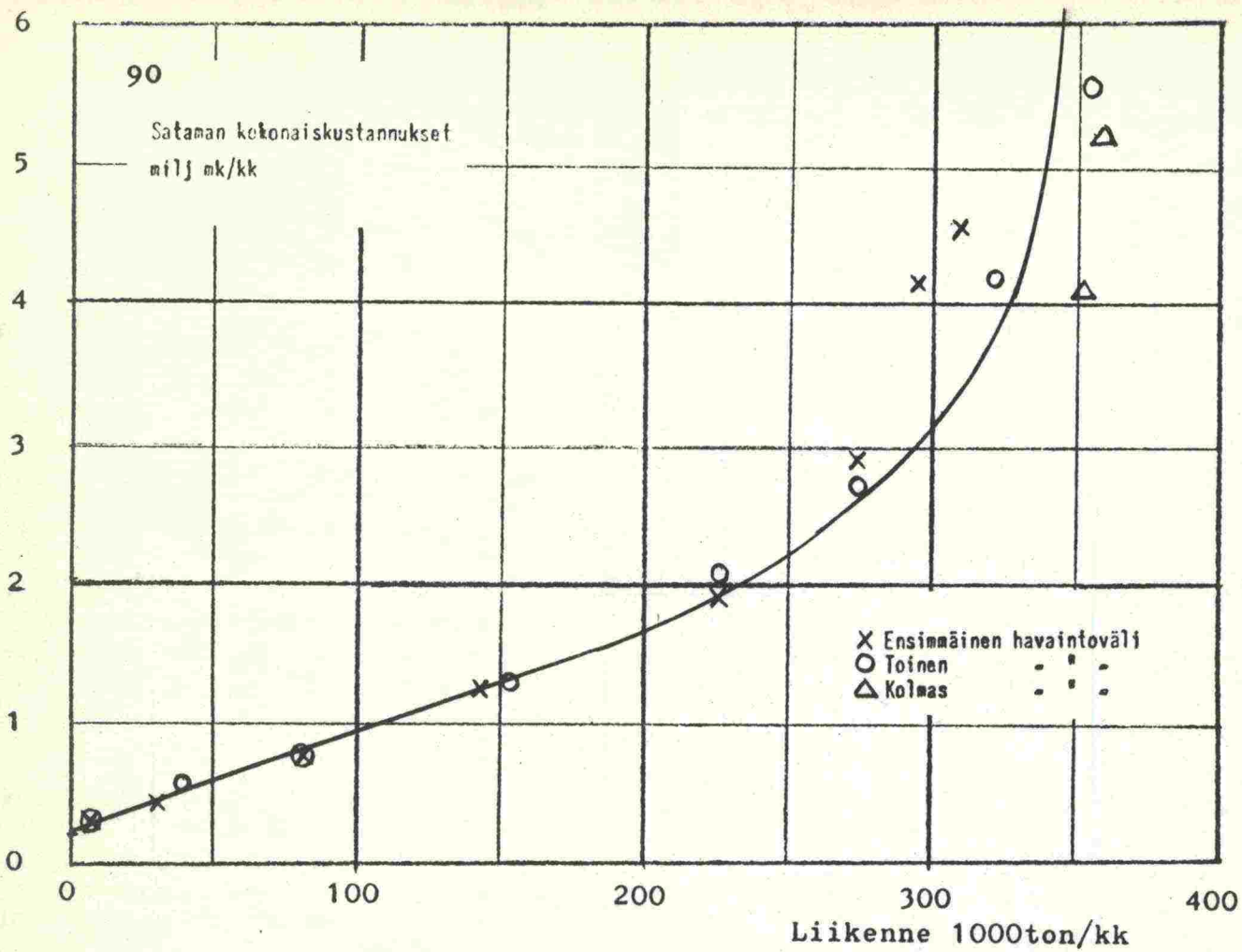


SATAMA: Oulu



SATAMA: Kemin Ajos





SATAMA: Ajos + Veitsiluoto

## 6 EHDOTETUT JATKOTOIMENPITEET

### 6.1 Mallityön arviointi

Käytettyjen suunnittelumallien tavoitteet, laskentaperiaatteet, menetelmät sekä lähtö- ja tulostiedot on tässä raportissa pyritty kuvaamaan niin yksityiskohdallisesti, että esitetyn perusteella olisi mahdollista arvioida mainittujen laskentajärjestelmien käyttökelpoisuutta ja -valmiutta sekä edelleenkehittämismahdollisuuksia. Arvioinnin tärkeimmät kohteet ovat:

- Malleissa käytettyihin laskentaperusteisiin sekä lähtötietojen numeroarvoihin ja saatavuuteen tulisi eri liikennemuotojen laskentatoimen asiantuntijain ottaa kantaa.
- Järkevän suunnittelutason aikaansaaminen edellyttää, että suoritetaan kustannushyötyanalyysi lähtötiedon ja siten myös suunnittelun luotettavuuden lisäämiseen tähtäävistä toimenpiteistä.
- Kaikkien satamatoiminnan asiantuntijapiirien toivotaan tuovan esille ne käytettyjen laskentajärjestelmien, mallien, realistisuutta ja käyttökelpoisuutta koskevat lisänäkökohdat, joita tarvitaan alan suunnittelumenetelmien edelleenkehittelyssä.

Esitettyä jaottelua noudattaen on seuraavassa kirjattu mallityön aikana esille tulleet satamatoiminnan suunnittelun kehittämiskohteet.

### 6.2 Laskentaperusteiden yhdenmukaistaminen

Osasektoreilta käsin katsoen ei lähtötietojen kohdalla esiintyvää pulmaa tiedosteta. Onhan osasektoreilla omat laskentajärjestelmänsä, joiden tuottamien lukujen perusteella toimitaan. Laskentatoimi on eri sektoreilla perusteiltaan kuitenkin niin erilaista, että kokonaissuunnittelussa olisi virheellistä käyttää sellaisenaan sektoreiden laskentatoimen nykyään tuottamia kustannuslukuja.

Rationaalinen yhteistyö kuljetussektorin eri osapuolien välillä hyödyttäisi koko ulkomaankaupan aluetta ja lisäksi myös sen kuljetustoimintoihin osallistuvia liikennesektoreita. Siksi mallityöryhmä suosittaa perustettavaksi koko kuvausalueen kattavan tai kenties yleisemmänkin yhteistyöelimen tutkimaan ja antamaan suosituksia kokonaissuunnittelua edistävien, yhtenäisten laskentaperiaatteiden löytämiseksi ja käyttämiseksi.

### 6.3 Suunnittelun lähtötietojen parantaminen

Koska lähtötietotaso on koettu kokonaissuunnittelun pullonkaulaksi, mallityön konkreettisimmat suositukset kohdistuvat varmuustasoltaan riittävien suunnittelutietojen tuottamiseen. Kysymystä on seuraavassa tarkasteltu liikennemuodoittain.



## 6.3.1 Jäänmurtajarekisterin luominen

Jäänmurtajien kustannusrakenne on verrattain tarkasti esitetty lähteessä /3.1/. Sen sijaan jäänmurta-  
jien suoritepuolen luvut, kerralla avustetut tonnit  
ja kulkunopeudet erilaisissa jääolosuhteissa, ovat  
alan asiantuntijain (= päätöksentekijäin) subjektiivisia  
arvioita ja mallin päävaikuttajaluokkaan kuuluvia.  
Kokemusperäistä tietoa on tältä alalta hyvinkin  
helposti ja kohtuullisin kustannuksin saatavissa,  
perustamalla volyyymiltään pieni jäänmurtajarekisteri.  
Tähän rekisteröitäisiin jäänmurtajien avustusosuudet  
ja -nopeudet sekä avustetut tonnit päivittäin; toimen-  
pide mikä suurinpiirtein vastaa lokikirjan täyttämistä  
(ks kohta 4.2). Näin tulisi kalliin jääapuhyödyk-  
keen toiminta hyvinkin tarkasti kartoitetuksi.

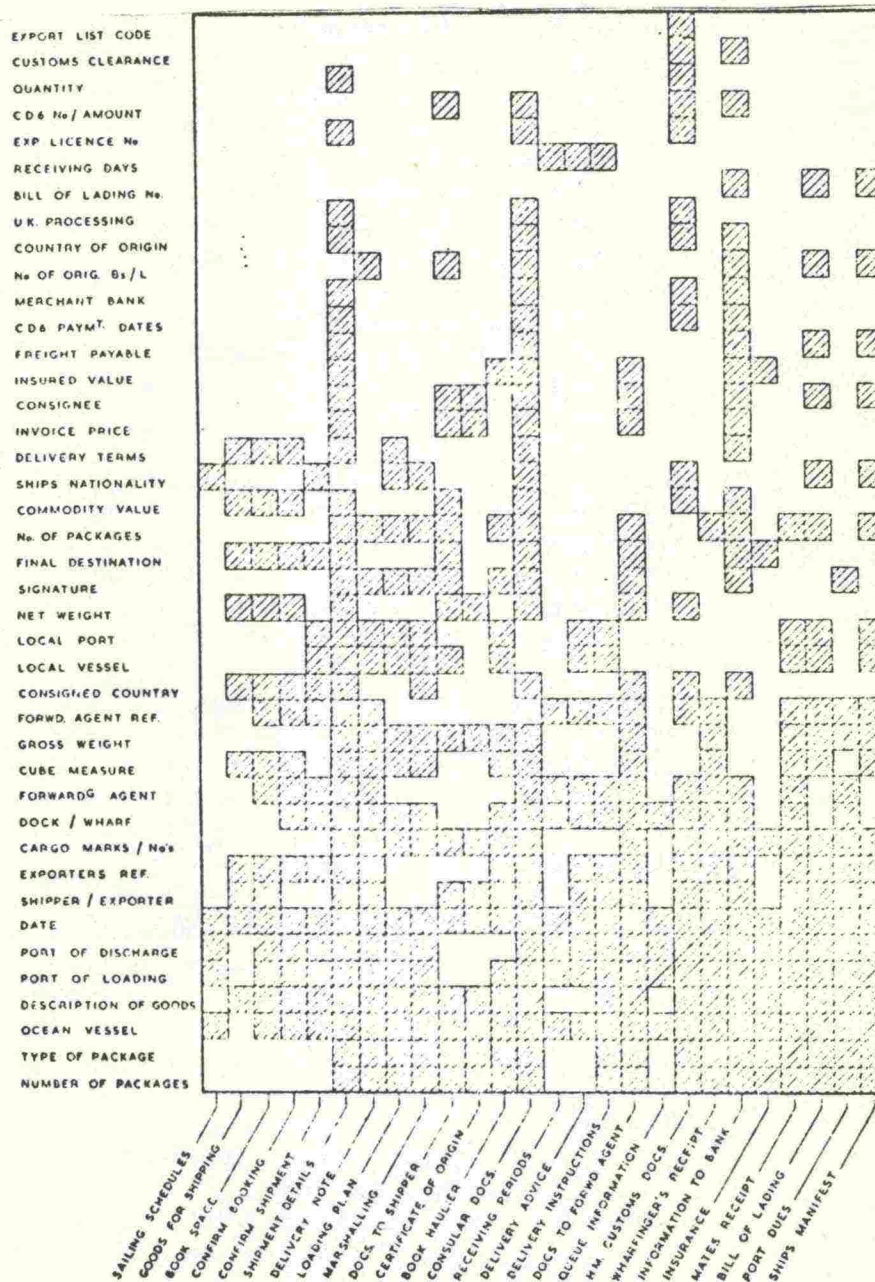
## 6.3.2 Tietojenkäsittelyn rationalisointi satamissa

Satamien tiivistettyjen suorite- ja kustannuslukujen  
tuottaminen on jo paljon vaikeampaa. Sekä satamat  
että satamia käyttävät osapuolet pitävät satamien  
tietojenkäsittelyn rationalisointia välttämättömänä  
jo yksistään rutiinitehtävien hoidon kannalta.

Satamissa joudutaan viemään suuri osa yksittäisistä  
kuljetus- ja laskutustiedoista tositteille useaan  
kertaan. Tämä hidastaa satamatyöskentelyä ja tekee  
tutkimustietojen keruun lähes mahdottomaksi. Vastaa-  
vanlainen on tilanne myös muissa maissa. Siksi esim  
Englannin liikenneministeriö ja kansallinen satama-  
neuvosto suorittivat asiasta tutkimuksen (lähde  
/3.4/), jonka ensimmäisen vaiheen tuloksia osoittaa  
kuva 6.1. Kuvassa vaaka-akselilla ovat toimenpiteet  
tai asiakirjat ja pystyakselilla yksityiset tiedot.  
Tietojen moninkertainen kirjoittaminen näkyy kuvassa  
selvästi. Tutkimuksen tuloksena Englannin suurimpiin  
satamiin rakennetaan keskitetty tietopankkijärjes-  
telmä, johon tiedot kerätään kertaalleen ja josta  
toiminnan eri osapuolet saavat haluamansa tiedot.  
Jokapäiväisiä toimintoja palveleva tietojen keskit-  
täminen luo myös tutkimuksia tukevan tietopohjan.  
Suomessa tulisi myös tehdä kuvatuntyylinen esitutki-  
mus, jonka ensimmäisenä vaiheena syntyisi kuvan 6.1  
tapainen tietokartta. Seuraavaksi tulisi selvittää,  
minkä tasoinen tietojenkäsittelyjärjestelmä olisi  
sopivin Suomen satamaolosuhteisiin.

Satamien ATK-järjestelmän, tietopankin tms, kehitte-  
ly voitaisiin nähdä myös laajempaan: koko ulkomaan-  
kaupan integroidun informaatiojärjestelmän luomisena.  
Tällainen järjestelmä palvelisi liikennettä, pankke-  
ja, yrityksiä, tullia, kaupunkeja, satamia jne. Me-  
renkulkuhallituksen rekistereissä olevat tavaramää-  
rä- ja laivatiedot sekä tullilaitoksen rekisterien  
markka- ja valuuttatiedot saataisiin saman järjes-  
telmän piiriin. Tietolähteenä ulkomaankaupan infor-  
maatiojärjestelmä palvelisi sekä instrumentaalipuolen  
(esim liikenteen) että valtakunnan raha-asia-  
suunnittelua.

Kuva 6.1 Satamatoiminnoissa tarvittavat ja asiakirjoihin merkityt tiedot (lähde /3.4/)





### 6.3.3 Meriliikennetilaston kuukausiaineisto

Laivojen käyttötiedot on saatu kokonais- ja laivamalliin merenkulkuhallituksen ylläpitämästä meriliikennetilastorekisteristä. Mainittu aineisto on tarkoitettu kuitenkin puhtaasti virallista tilastointia palvelemaan. Pienin muutoksin aineistosta on saatavissa jopa niin yksityiskohtaista tietoa, kuin yksittäisen laivan reitti, lasti ja lastaus-tapahtumat Suomessa. Näitä tietoja on jo käytetty tässä tutkimuksessa, mutta ne on rekisteristä hankalasti saatavissa ja tarkastamattomia, koska nykyään tietoja tilastoidaan vain satamittain. Rekisteröintiin tehtävien pienten korjausten lisäksi olisi laadittava tietokoneohjelmistot, joiden avulla säilytetään meriliikennettä kuvaavia luotettavia aikasarjoja. Jos satamien tiedonsiirräntäjärjestelmät automatisoituvat riittävästi, tullaan meriliikennetilaston lähtöaineisto saamaan sieltä. Tietojen luotettavuus silloin paranee, koska tiedot tulevat suoraan toiminnasta, eikä niitä kerätä pelkästään tilastoja varten. Siihen asti on meriliikennetilaston hieman korjatusta aineistosta saatava tieto muiden toiminta-alojen tietotasoon verrattuna täysin tyydyttävää.

Korjauksiksi riittää tavaralajien selkeämpi ja kenties suppeampi ryhmittely sekä laivakohtaisten tietojen keräilyyn tarvittavat linkkitiedot, esimerkiksi laivatunnus, ja niiden tarkistus.

### 6.4 Mallitekhninen kehittäminen

Tässä tarkastellaan tutkimuksen päämallin, kokonaismallin, kehittämissuuntia, jotka jaotellaan mallin kuvauskohteiden lisäyksiin ja tarkennuksiin.

#### 6.4.1 Kokonaismallin kuvauksen laajentaminen

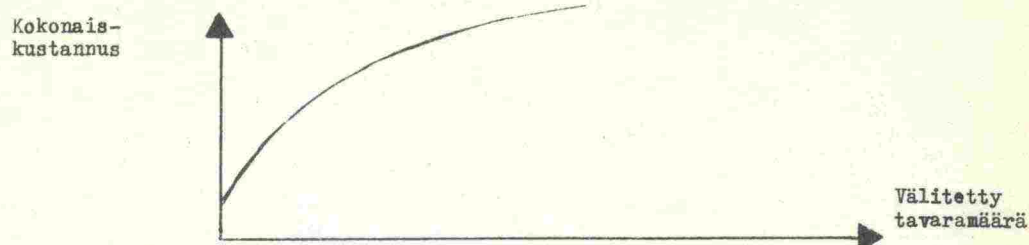
Kokonaismallin eräänä heikkoutena on vaatimus jakaa tavaravirrat kausille. Tavaroiden varastointi kaudelta toiselle ratkaisisi tämän ongelman ja olisi mallitekhnillisesti helposti toteutettavissa. Toteutus riippuu siis lähtötietojen määrittelystä ja saatavuudesta.

Ankarien talvien vaatimat liikenneresurssien varakapasiteetit voitaisiin kokonaismallissa käsitellä helposti jo nyt samoin perustein kuin vaihtoehtolaskennassa (vrt mietinnön kohta 6.1). Mallissa varakapasiteettikysymystä tulisi ilmeisesti käsitellä laajemminkin perustein, joskaan tällaista toteuttamistapaa ei ole vielä edes hahmoteltu.

#### 6.4.2 Tavarankäsittelyn kustannusriippuvuus satamissa

Satamissa tavarankäsittelyn yksikkökustannukset alenevat välitetyn tavaramäärän kasvaessa. Lisänä on tietty aloituskustannus. Kustannusriippuvuus on esitetty kuvassa 6.2.

Kuva 6.2 Satamakäsittelykustannukset



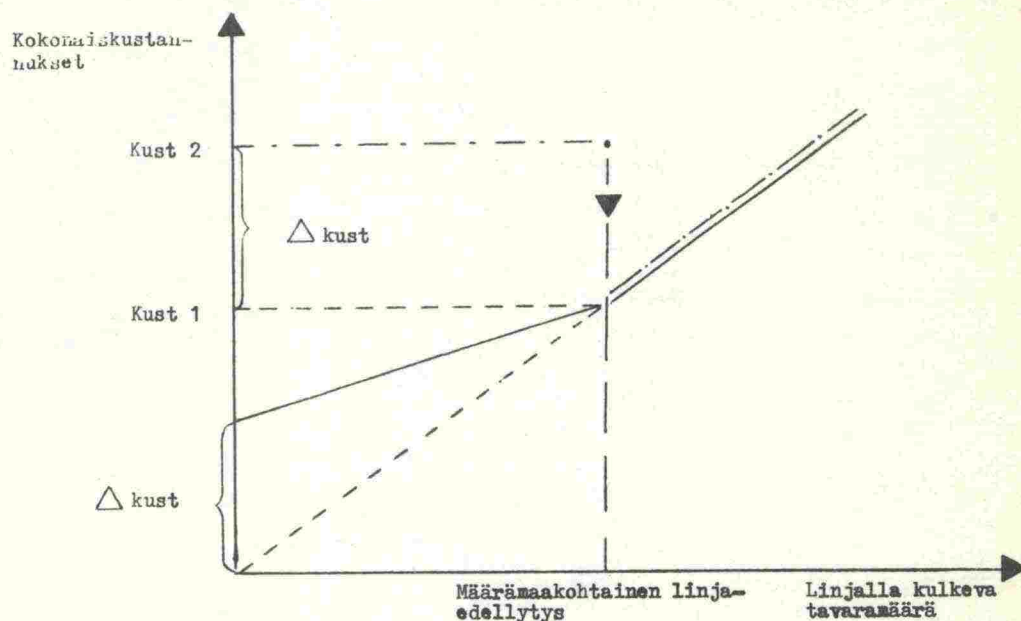
Koska kuvattua, kvalitatiivisesti tunnettua kustannusriippuvuutta ei voitu tarvittavien lähtötietojen puutteessa kvantitatiivisesti määrittää, käytettiin kokonaismallissa vakioyksikkökustannusta. Lähtötietojen tarkentuessa tulisi pyrkiä etsimään kuvan 6.2 esittämä kustannusriippuvuus kvantitatiivisena esimerkiksi satamasimulaattoria tms vastaavaa käyttäen.

Kokonaismalliin ei voi sisällyttää kovin monia kuvatuunlaisia epälineaarisia kustannusriippuvuuksia, koska tämä nykyisellä mallitekniikan tasolla aiheuttaa kohtuuttomat ajoaikakustannukset. Linjoitusmenettelyä vastaava keskittämismenettely olisi ilmeisesti täysin riittävä apuväline satamienkin keskittämisiongelman käsittelyyn. Todennäköisesti harvojen epävarmojen satamiin keskittymien kohdalta voitaisiin tarkastelu sisällyttää myös itse malliin.

#### 6.4.3 Laivalinjan kustannukset

Laivalinjojen kustannukset voitaisiin sisällyttää kokonaismalliin kuvan 6.3 esittämässä muodossa.

Kuva 6.3 Linjan kokonaiskustannukset silloin, kun linja jakautuu kahteen satamaan



Selityksiä:

Kust 1 = Optimaalinen linjakustannus (kaikki tavara samassa satamassa)

$\Delta$  kust = Laivalisä, joka aiheutuu laivan satamakiertelystä

Kust 2 = Määräaikaohjaisen linjan kokonaiskustannus, kun linja jakautuu kahteen satamaan

— = Mallissa kuvatus satama-määräaikaohjaisen laivalinjan kustannuslausekkeen kuvaaja

- - - = Määräaikaohjaisen laivalinjan kustannuslausekkeen kuvaaja



Kuvan 6.3 kustannuslauseke osoittaa, että koko linjan kustannukset ovat = Kust 2 niin kauan, kuin tavara jakautuu kahteen satamaan, tapahtuipa tämä jako miten hyvänsä. Heti linjan synnyttyä kustannukset putoavat tasoon Kust 1. Linjaedellytystä suurempien tavaramäärien oletetaan helpottavan linjoitustilannetta, joten kustannuslauseke tästä eteenpäin on oletettu lineaariseksi.

Kuvassa 6.3 esitetyn kustannusfunktion mallitekniillisesti vaikea kohta on linjan aloituskustannus eli  $\Delta$  kust. Linjoitusmenettely osoitti kuitenkin, että vain harvojen linjojen sijainti jää epävarmaksi ja tulee sisällyttää kuvan 6.3 esittämällä tavalla kokonaismalliin.

## 6.5

### Tunnuslukujen laskeminen

Systeemin tilaa osoittavat keskeiset tunnusluvut antavat parhaan kuvan laskentajärjestelmän kehittymisestä tai ajantasalla pysymisestä. Valitut tunnusluvut lasketaan sekä malliratkaisuista että toteutuneen toiminnan tilastoinneista. Mahdollisten poikkeamien ja niiden syiden tarkka analysointi

- edistää niin systeemin kuin laskentajärjestelmänkin tuntemista ja kehittämistä sekä
- ohjaa käyttämään laskentatuloksia oikein.

Merikaupan kuljetussysteemin tunnusluvuiksi sopivat eri tavoin yhdisteltyt, liikennemuotokohtaiset kustannus- ja suoriteluvut, joista esimerkkeinä mainitakoon

- laivojen lukumäärä satamittain ja
- yhdellä jääaputunnilla avustetut tonnikilometrit keskimäärin.

Lähtötietoina annettuja yksikkökustannuksia ja -suoritteita tulee myös tarkkailla tunnuslukuina. Kun toteutuneista tilastoista lasketaan esimerkiksi liikennesurssin ylläpidon yksikkökustannus, tulee kokonaiskustannukset jakaa käyttömäärien ja käyttämättä jääneiden suoriteyksiköiden summalla (vrt kuva 2.1). Tällä tavoin laskien yksikkökustannusten laskuperuste pysyy samana vastakkaisissakin liikennerekaisissa ja keskimääräisiä yksikkökustannuksia voi käyttää resurssien käytön vaihtelua mittaavina tunnuslukuina.

## 7 YHTEENVETO

## 7.1 Laskentajärjestelmä

Kokonaismalli on laskentajärjestelmä, jonka avulla on pyritty valottamaan Pohjois-Suomen merikuljetuksia käyttävän ulkomaankaupan kuljetussysteemiä kokonaisuutena ja tärkeimpiin tekijöihin pitäytyen. Eri liikennevaihtoehtoja vertaillen malli laskee tavanomaisista kuljetustarkasteluista poiketen myös käyttämättä jääneiden liikennespesurssien ylläpitokustannukset. Malli keskittyy täten vuodenaikavaihtelun vaikutusten mittaamiseen ja vaihtelun parhaan tasoitusteen etsimiseen. Mallilla on tutkittu myös tavaravirtojen laivalinjakohtaista keskittämisongelmaa, jonka laivakokojen suureneminen ja kuljetusten kaupalliset tasaisuusvaatimukset ovat tehneet ajankohtaiseksi.

## 7.2 Tulokset

PSST-mallityössä päädyttiin siihen, mihin tutkimusprojekteissa usein päädytään, että mallityölle alunperin asetettua tavoitetasoa on pitänyt tavallaan alentaa tai oikeammin muuttaa. Työ on johtanut selvään lopputoteamukseen, että nykyisellä tietotasolla yksityiskohtaisten kuljetus- ja investointisuositusten antaminen kvantitatiivisin perustein on mahdotonta. Tuloksiksi mallityöstä on saatu laskentajärjestelmän kehittämiseen ja lähtötietojen yhtenäistämiseen ja tarkentamiseen liittyviä konkreettisia suosituksia. Nämä on esitetty luvussa 6.

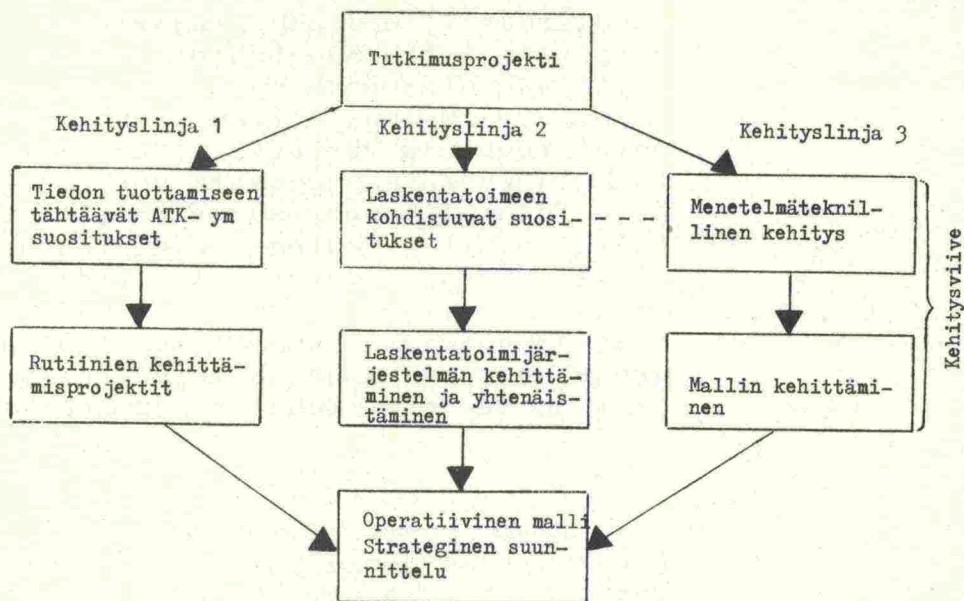
## 7.3 Mallityön arviointia

PSST-mallityön tuloksiksi odotettiin verrattain yksilöityjä ja tarkkoja liikennesuosituksia. Kun Suomen merikaupan toiminta-alueen mallisto ja tietotaso pystytään saamaan niin luotettavaksi, että mallia voidaan käyttää apuvälineenä alan ajankohtaisissa päätösongelmissa, on malli kasvanut operatiiviseksi. Operatiivinen kokonaismalli voidaan nähdä kvantitatiivisena apuvälineenä ainakin seuraavilla käyttöaloilla:

- Liikennepolitiikka, so yleiset liikenteenohjaussuositukset ja -toimenpiteet.
- Investointien suunnittelu (jäänmurtajat, maa- ja vesiliikenteen väylät, satama- ja kuljetuskalustoresurssit jne).
- Teollisuuden ja kulutuksen sijoittaminen tms aluepolitiikka.
- Uuden liikenne- ja satamatekniikan vaikutuksien selvittäminen.



Tie tutkimusmallista operatiiviseksi malliksi on kolmilinjainen seuraavasti:



Valtionjohtoisissa ja yksityisissä yrityksissä on jo Suomessakin muutamia operatiivisia malleja. Niiden kehitysviive on ollut n 3-4 vuotta. Valtionhallinnossa on viive kenties pitempi, mutta saavutettavat hyödyt ovat myös suuremmat. Tutkimusprojekteja ei yleensä koskaan toteuteta liian aikaisessa vaiheessa, vaikkakin tutkimusprojektien tavoitetta joudutaan muuttamaan lähtötiedon puutteellisuuden vuoksi. On huomattava, että lähtötiedot eivät kypsy tutkimukseen, suunnitteluun ja päätöksentekoon sopiviksi itsestään, vaan tähän tarvitaan voimakas alkusysäys. Erityisen tärkeätä tällainen ajattelu on valtionhallinnossa, jossa kokonaissuunnitteluun lähtötietoja antavien valtakunnallisten rekisterien suunnittelu on pitkäjänteistä ja aikaavieppää työtä.

## LÄHDEVIITTEET

- /3.1/ Jäänmurtajat ja talviliikenne, Kululaitosneuvosto, Kukkonen-Tikkanen, Helsinki 1970
- /3.2/ Etelä-Suomen satamatoimikunnan mietintö, Helsinki 1969
- /3.3/ Jäätalven kesto aika Suomen rannikolla 1931-1960, Erkki Palosuo, Merentutkimuslaitoksen julkaisu no 219, Helsinki 1965
- /3.4/ Cargo Management in the 1970s, National Ports Council: Research and Technical Bulletin, 4, England 1968
- /3.5/ Applications of Mathematical Programming Techniques, E.M.L. Beale, The English Universities Press LTD, London 1971
- /5.1/ Maa- ja vesirakentajan käsikirja 1968
- /5.2/ TVH:n suorittama satamahaastattelu, Pohjois-Suomen satamatutkimuksen (PSST) neuvottelukunnan 2. kokous 04.06.1970, Helsinki
- /5.3/ "Pohjois-Suomen satamien kapasiteetti", PSST-neuvottelukunnan 3. kokous 17.12.1970, Helsinki
- /5.4/ Development of Ports, United Nations Publication TD/B/C.4/42/Rev. 1, New York 1969